

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
SPECIJALISTIČKI STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE
ZAŠTITA OD POŽARA

MARIJAN ARTUKOVIĆ

SIGURNOST I ZAŠTITA PRI ČUVANJU EKSPLOZIVNIH
SREDSTAVA

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
SPECIJALISTIČKI STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE
ZAŠTITA OD POŽARA

MARIJAN ARTUKOVIĆ

SIGURNOST I ZAŠTITA PRI ČUVANJU EKSPLOZIVNIH
SREDSTAVA

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

mr. sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

Karlovac, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

STUDIJ: Specijalistički stručni studij Sigurnosti i zaštite

USMJERENJE: Zaštita od požara

ZAVRŠNI RAD

Student: **Marijan Artuković**

Matični broj: **0420413001**

Naziv teme: **SIGURNOST I ZAŠTITA PRI ČUVANJU EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA**

Opis zadatka:

- skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava
- skladištenje eksplozivnih sredstava u objektima
- čuvanje eksplozivnih sredstava u objektima
- mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u objektima

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

04/2015.

05/2015.

06/2015.

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

dr.sc. Zlatko Jurac, prof. v.š.

PREDGOVOR

Ovaj rad može poslužiti kao posjetnik na mjere sigurnosti pri rukovanju i čuvanju eksplozivnih sredstava.

Za izradu ovog rada želim se ponajprije zahvaliti svom mentoru mr. sc. Đorđu Todorovskom koji mi je pomagao svojim znanstvenim i stručnim savjetima u izradi ovog završnog rada. Također zahvaljujem svojoj porodici na poticaju za ostvarenje ovako visokog cilja.

Zahvaljujem se i svim djelatnicima Karlovačkog Veleučilišta i Policijske Akademije Zagreb koji su svojim znanstvenim radom pomogli u stjecanju mog znanja.

Na kraju hvala kolegicama i kolegama na ugodnoj suradnji i kolegijalnosti za sve godine studija i gradu Karlovcu na lijepim i ugodnim uspomnama mog života.

SAŽETAK

Svrha ovog završnog rada je ukazati na prijeko potrebne mjere koje se moraju provoditi pri skladištenju i čuvanju eksplozivnih sredstava u miru, a sve u svrhu sveobuhvatne sigurnosti ljudi koji rukuju eksplozivnim sredstvima kao i ljudi iz okruženja odnosno u bližoj ili daljnjoj udaljenosti od mjesta čuvanja eksplozivnih sredstava.

Tema ovog završnog rada je sigurnost i zaštita pri čuvanju eksplozivnih sredstava koja spadaju u skupinu opasnih eksplozivno-zapaljivih tvari. Mjere kod čuvanja i rukovanja eksplozivnim sredstvima jako su bitne jer pravilnim provođenjem mjera zaštite, a posebno strogo poštivanje važećih propisa, omogućujemo rad na siguran način jer time spašavamo svoj život i naravno život svojih kolega i čuvamo okoliš.

Ukoliko se ne pridržavamo propisanih mjera sigurnosti dovodimo u opasnost živote ljudi i sigurnost okoliša jer kod čuvanja i rukovanja eksplozivnih sredstava vrebaju mnoge opasnosti životno ugrožavajuće zbog čega je nužno pravilno provoditi mjere sigurnosti i zaštite.

U radu se govori o čuvanju eksplozivnih sredstava, skladišnim objektima, osnovnim načelima skladištenja, mjerama pirotehničke sigurnosti, kriterijima razmještanja eksplozivnih sredstava na skladišne objekte, propisima o načinu rada, rukovanja i čuvanja u namjenskim objektima, na otvorenom prostoru i/ili u specijalnim kontejnerima, s naglaskom na mjerama sigurnosti i zaštite pri dugoročnom čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima.

SUMMARY

The purpose of this final paper is to point out the necessary measures to be carried out in storage and keeping explosives in peace, all for the purpose of comprehensive security of the people who handle explosives as well as people from the region or in the near or further distance from place where explosives are stored.

The theme of this final work is safety and security for storage of explosive devices, which fall within the category of dangerous explosive and flammable substances. The measures in the care and handling of explosives are very important because with proper implementation of the measures of protection, in particular strict compliance with the applicable regulations, we provide a safe work as with that we save our life and lives of our colleagues and keep the environment.

Failure to adhere to the prescribed security measures may endanger people's lives and safety of the environment, because in the care and handling of explosives there are serious life-threatening dangerous situations and that is why it is necessary to conduct proper safety and security measures.

The final work deals with the preservation of explosives, storage facilities, basic principles of storage, pyrotechnic safety measures, criteria deploy explosives in storage facilities, the regulations on the method of operation, handling and storage in dedicated facilities, outdoors and / or in special containers, with emphasis on the safety and protection in the long-term storage of explosive devices in the storage facilities.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	POJAM I PODJELA EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA	2
3.	SKLADIŠNI OBJEKTI ZA ČUVANJE EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA	6
3.1.	Nadzemni skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava	11
3.2.	Podzemni skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava	15
3.3.	Prijenosni spremnik (kontejner) za čuvanje eksplozivnih sredstava	16
4.	SKLADIŠTENJE EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA U OBJEKTIMA	18
4.1.	Uskladištenje eksplozivnih sredstava	18
4.1.1.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine opasnosti	21
4.1.2.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine spojivosti	22
4.1.3.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju slobodnoga skladišnog prostora	28
4.1.4.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju pirotehničko-sigurnosne udaljenosti	29
4.1.5.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju zahtjeva za većom raspršenosti	32
4.1.6.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene opterećenosti poda	32
4.1.7.	Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene visine stokiranja	32
5.	ČUVANJE EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA	33
5.1.	Čuvanje eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima	33
5.2.	Čuvanje eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru	34
5.3.	Čuvanje eksplozivnih sredstava u prijenosnom spremniku (kontejneru)	35
6.	MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE PRI ČUVANJU EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA	36
6.1.	Mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima	36
6.1.1.	Izračun sigurnosne udaljenosti kao mjera sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima	39
6.1.2.	Pirotehničke mjere sigurnosti kao mjera sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih	51

	sredstava u skladišnim objektima	
6.1.3.	Čuvanje eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima kao mjera sigurnosti i zaštite	53
6.1.4.	Gromobranska instalacija na objektima s eksplozivnim sredstvima kao mjera sigurnosti i zaštite	54
6.1.5.	Tehnička pomagala u skladištu eksplozivnih sredstava kao mjera sigurnosti i zaštite	56
6.1.6.	Uredna skladišna dokumentacija o eksplozivnim sredstvima kao mjera sigurnosti i zaštite	57
6.2.	Mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru	57
6.3.	Mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u prijenosnom spremniku (kontejneru)	58
7.	ZAKLJUČAK	60
8.	PRILOZI	61
8.1.	Popis korištenih kratica	61
8.2.	Popis tablica	61
8.3.	Popis slika	62
9.	LITERATURA	63

1. UVOD

Polazeći od činjenice da su eksplozivna sredstva vrlo opasna po život ljudi koji rukuju njima ali i za okoliš na bližoj ili daljnjoj udaljenosti od mjera proizvodnje i/ili čuvanja do njihovog utroška ili zbrinjavanja, primjena mjera sigurnosti predstavlja jedna od najvažnijih zadaća odgovornih osoba zaduženih za rukovanje, proizvodnju, čuvanje, održavanje, skladištenje, zbrinjavanje i prevoženje eksplozivnih sredstava.

Propisno izgrađeni objekti za smještaj i čuvanje većih količina eksplozivnih sredstava, kako u firmama koje proizvode i koriste eksplozivna sredstva u gospodarske svrhe ili pri razminiranju, tako i u postrojbama Oružanih snaga i MUP-a, mnogo doprinose povećanju sigurnosti od neželjenih posljedica u slučaju akcidenta.

Poštivanje propisa i važećih zakonskih regulativa o načinu skladištenja i dugoročnog čuvanja većih količina eksplozivnih sredstava u namjenski izgrađenim i odabranim skladišnim objektima, zatim na otvorenom prostoru pri utovaru-istovaru ili upotrebi, kao i u prijenosnim kontejnerima, također mnogo doprinosi povećanju sigurnosti pri rukovanju i čuvanju te sprečavanju nastanka ili smanjenju neželjenih posljedica u slučaju neželjene eksplozije (akcidenta).

Trenutno važeći zakonski propisi o eksplozivnim tvarima jasno definiraju mjere sigurnosti pri čuvanju eksplozivnih tvari koji su samo jedan manji dio velikog broja vrsta eksplozivnih sredstava, što nije dopustivo i zahtjeva preciznije definiranje svih mjera sigurnosti pri čuvanju eksplozivnih sredstava ovisno o njihovim karakteristikama. Sve vrste eksplozivnih sredstava nemaju isti učinak, odnosno u slučaju akcidenta posljedice nisu jednake, budući da i razorna moć tih sredstava nije jednaka. Raščlambom trenutno važećih propisa možemo zaključiti da mjere sigurnosti pri čuvanju eksplozivnih tvari nisu i ne mogu biti jednake mjerama sigurnosti pri čuvanju eksplozivnih sredstava. Poznata je činjenica da se mnoge firme, sukladno potrebama, bave proizvodnjom i čuvanjem eksplozivnih sredstava a ne samo eksplozivnih tvari. [3]

Provedba pirotehničkih mjere sigurnosti pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima, na otvorenom prostoru ili u specijalnim kontejnerima za privremeni smještaj eksplozivnih sredstava na radilištu, su bitan faktor povećanja mjera sigurnosti i zaštite, a time i očuvanja ljudskih života, materijalnih dobara i okoliša u cjelini.

2. POJAM I PODJELA EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA

Pod pojmom „eksplozivno sredstvo“ podrazumijevamo pješačko, topničko i raketno streljivo, morske, protupješačke i protuoklopne mine, bombe, eksplozive i barute, upaljače i kapsule, sredstva za iniciranje, pripale, plamenike, zrakoplovne bombe, ostala zrakoplovna ubojita sredstva, vježbovna i manevarska i sve ostale vrste ubojitih sredstava. (slika 1.) [3]



Slika 1. Eksplozivna sredstva [3]

Pod pojmom “eksplozivna tvar” (ET) podrazumijeva se takav sustav, relativno nestabilan, koji je sposoban pod utjecajem vanjskog djelovanja (početni impuls - udar, trenje, toplina) prijeći (u termodinamičkom smislu) u stabilniji sustav, pri čemu obavlja ogroman rad u stvaranju plinovitih produkata zagrijanih na nekoliko tisuća stupnjeva i pod tlakom od 20.000.000.000 Pa. [2]

Ako analiziramo funkcioniranje svih eksplozivnih sredstava – ubojitih sredstava (streljiva, minsko-eksplozivnih sredstava, morskih mina i torpeda ili raketa), zaključit ćemo da su eksplozivne tvari koje su laborirane u tim sredstvima, u stvari funkcionalni nositelji, odnosno služe za:

- izbacivanje projektila iz cijevi pješačkog, haubičkog ili topničkog naoružanja
- pokretanje (pogon) raznih raketnih sustava
- iniciranje drugih eksplozivnih tvari, te

- rasprskavanje košuljice projektila, zrakoplovnih bombi, morskih mina i torpeda ili osiguranje nekog drugog efekta na cilju. [4]

Pod pojmom „eksplozija“ podrazumijevamo dovoljno brz proces pretvaranja fizičkog, kemijskog ili nuklearnog sustava iz jednog u drugo stanje. Taj je proces praćen prelaskom elementarnih čestica potencijalne u kinetičku energiju, odnosno u mehanički rad. Rad koji se obavlja pri eksploziji uvjetovan je brzom ekspanzijom plinova koji su postojali ili su stvoreni za vrijeme eksplozije. [3]

Prema članku 3. Zakona o eksplozivnim tvarima:

(1) Eksplozivne tvari prema ovom Zakonu su:

- gospodarski eksplozivi
- sredstva za iniciranje eksplozivnih tvari
- pirotehnička sredstva
- streljivo
- baruti
- proizvodi punjeni eksplozivnim tvarima
- sirovine eksplozivnih svojstava koje služe za proizvodnju eksplozivnih tvari iz podstavka 1. – 6. ovoga stavka.

(2) Gospodarski eksplozivi su eksplozivne tvari koje se koriste za lomljenje, rastresanje i usitnjavanje mineralnih sirovina i drugih materijala, rušenje građevinskih i drugih objekata te oblikovanje predmeta i materijala energijom oslobođenom pri detonaciji eksplozivnih punjenja.

(3) Sredstva za iniciranje eksplozivnih tvari su eksplozivna sredstva koja su namijenjena za aktiviranje ili iniciranje eksplozivnih tvari.

(4) Pirotehničko sredstvo je svako sredstvo koje sadrži eksplozivne tvari ili eksplozivnu smjesu tvari namijenjenih za stvaranje topline, svjetla, zvuka, plina ili dima ili kombinaciju takvih učinaka kroz samostalne egzotermne kemijske reakcije.

(5) Streljiva su čahure ili patrone napunjene barutom, a mogu biti opremljene kapslom i kompletirane sa zrnom, kuglom ili sačmom, za sve tipove lovačkih, športskih i industrijskih pušaka, revolvera i pištolja.

(6) Baruti su eksplozivi koji sagorijevaju termičkom vodljivošću i primarno su namijenjeni potisku projektila. Dije se na crne i malodimne barute koji služe za gospodarske i športske potrebe.

(7) Proizvodi punjeni eksplozivnim tvarima su proizvodi koji su punjeni eksplozivnim i/ili pirotehničkim smjesama i njihov je učinak ovisan o tim tvarima. [13]

Pod pojmom „streljivo“ podrazumijeva se takav međusobni sklop elemenata i mehanizama, sposoban da pod određenim okolnostima iz cijevi oružja – oruđa izbací u prostor projektil, kao dio metka, radi postizanja određenog učinka na cilju. [11]

Osnovna podjela eksplozivnih sredstava je sljedeća:

- klasična eksplozivna sredstva
- raketna eksplozivna sredstva
- zrakoplovna eksplozivna sredstva
- mornarička eksplozivna sredstva.

Najopćija podjela klasičnih eksplozivnih sredstava je:

- pješačko streljivo
- topničko streljivo
- haubičko streljivo
- mine za minobacače
- mine za netrzajuća oruđa
- mine za ručne bacače
- artificije
- minsko-eksplozivna sredstva
- tromblonske mine
- vježbovna, manevarska i školska sredstva. [3]

Najopćija podjela raketnih eksplozivnih sredstava je:

- nevođene rakete
- vođene rakete
- rakete za potporu.

Najopćija podjela zrakoplovnih eksplozivnih sredstava je:

- bombaderska eksplozivna sredstva
- raketna eksplozivna sredstva
- topnička eksplozivna sredstva.

Najopćija podjela eksplozivnih tvari je:

- eksplozivi (inicijalni, brizantni)
- baruti (homogeni, kompozitni)
- pirotehničke smjese.

3. SKLADIŠNI OBJEKTI ZA ČUVANJE EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA

Eksplozivna se sredstva smještaju i čuvaju dulje vrijeme u namjenskim skladišnim objektima. Skupina od nekoliko namjenskih skladišnih objekata u kojima se smještaju i čuvaju eksplozivna sredstva, naziva se skladištem eksplozivnih sredstava. (slika 2.)

Ima više vrsta namjenskih skladišnih objekata za čuvanje eksplozivnih sredstava, i to skladišni objekti vrste M, S, U, PU i P. U svakoj vrsti skladišnih objekata ima razlika u veličini i površini skladišnog prostora.

Svaki skladišni objekt može poslužiti za stalan ili privremen smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava. Zbog posebnih obilježja eksplozivnih sredstava treba nastojati tijekom izbora i gradnje da to budu objekti s najpovoljnijim uvjetima smještaja.



Slika 2. Skladište eksplozivnih sredstava [3]

Pojedini dijelovi eksplozivnih sredstava mogu veoma dugo zadržati početna obilježja (košuljica, čahura, vodeći prsten) i u skladištima s lošijim uvjetima smještaja. Nije tako s drugom skupinom dijelova eksplozivnih sredstava s unaprijed određenim kraćim vijekom trajanja. Dijelovi eksplozivnih sredstava iz druge skupine (barutni naboji, pripale, inicijalne kapsule – paljbene lanac upaljača, precizno izrađeni dijelovi unutarnjeg sklopa upaljača za armiranje,

kapsule) s vremenom mijenjaju svoja kemijska, mehanička i/ili balistička obilježja zbog neizbježivih kemijskih procesa. Brzina promjena tih obilježja umnogome ovisi o najužim mikroklimatskim okolnostima čuvanja eksplozivnih sredstava u skladišnom objektu. [1]

Povišena temperatura u sprezi s vlagom ubrzava proces starenja tih dijelova, a time i eksplozivnih sredstava u cijelosti, što skraćuje njihov vijek uporabe. Važnost temperature za eksplozivne tvari, posebice za malodimne barute, može se utvrditi iz sljedećeg primjera: pretpostavimo li da je siguran vijek određene vrste baruta uz neprekidno čuvanje na stalnoj temperaturi od 21 °C oko osamnaest godina, onda proizlazi sljedeće:

temperatura	siguran vijek trajanja
16 °C	32 godine
27 °C	10 godina
32 °C	5.5 godina
38 °C	3 godine.

Ne ulazeći u probleme proizvodnje eksplozivnih sredstava, posebice njihovih dijelova osjetljivih na uvjete čuvanja u duljem razdoblju, jedno je od mogućih rješenja za što dulje očuvanje početne kakvoće pravilan izbor i gradnja namjenskih skladišnih objekata, posebno namijenjenih za skladištenje, čuvanje i održavanje eksplozivnih sredstava.

Pri izboru i gradnji skladišnih objekata treba voditi računa i o sljedećem:

- da je objekt izgrađen što više od nezapaljivih tvari (potkrovnja građa, vrata, prozorski okviri)
- da se vrata obvezatno otvaraju prema van i da su bez pragova
- da osim punih postoje i kovna rešetkasta vrata
- da je na prozore postavljena kovna mreža
- da su stakla na prozorima obojena bijelom bojom
- da prozori, rebrenice i vrata budu obloženi limom ili premazani nezapaljivom tvari
- da je građa skladišnog objekta prilagođena paletnom sustavu prijevoza
- da je osigurana mogućnost provjetravanja
- da toplinska izolacija sprječava odstupanje dnevne temperature više od 5 °C
- da relativna vlažnost u skladišnom objektu ne prelazi 75 %.

Osnovna obilježja namjenskih skladišnih objekata za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava (ES) prikazana su u tablici 1., a osnovne protege i najveća dopuštena neto masa čistog eksploziva (NMČE) u tablici 2. [1]

Tablica 1. Obilježja nadzemnih skladišnih objekata za čuvanje eksplozivnih sredstava

Vrsta objekta	Značajke	Nedostatci	Prednosti
M M-5 do M-40	<ul style="list-style-type: none"> – namjenski objekt – čuvanje maksimalno 400 t ES – dopušteno je opterećenje pod maksimalno masom 3000 kg/m² 	<ul style="list-style-type: none"> – stupovi ometaju rad viličara i stokiranje ES – pri izravnu pogotku u raketiranju veliki gubitci – premještanje ES u ratu obvezatno – nemogućnost kretanja viličara između skladišnih objekata – potrebna preinaka ulaznih vrata – visoka cijena izrade – velika ugroženost okoliša 	<ul style="list-style-type: none"> – dobri klimatski uvjeti za čuvanje ES – može se primijeniti paletni sustav, ali uz prethodnu adaptaciju
S S-2 do S-40	<ul style="list-style-type: none"> – namjenski objekt – čuvanje maksimalno 400 t ES – dopušteno je opterećenje pod maksimalno masom 5000 kg/m² 	<ul style="list-style-type: none"> – pri izravnu pogotku u raketiranju veliki gubitci – premještanje ES u ratu obvezatno – nisu osigurani od diverzanata – PPZ slabija nego kod objekata vrste U – velika ugroženost okoliša 	<ul style="list-style-type: none"> – dobri klimatski uvjeti za čuvanje ES – primjenljiv paletni sustav – moguć rad viličara između susjednih skladišnih objekata
U PU i IGLO	<ul style="list-style-type: none"> – namjenski objekt – čuvanje maksimalno 400 t ES – dopušteno je opterećenje pod maksimalno masom 6000 kg/m² 	<ul style="list-style-type: none"> – visoka cijena 	<ul style="list-style-type: none"> – vrlo dobri klimatski uvjeti za čuvanje ES – vrlo dobra otpornost na raketiranje – PPZ vrlo dobra – moguć paletni sustav – premještanje ES u ratu nije potrebno – mala ugroženost okoliša
P	<ul style="list-style-type: none"> – namjenski objekt – količina ES za čuvanje sukladno proračunu – skladišna površina i oblik različiti 	<ul style="list-style-type: none"> – adaptacija skupa – izgradnja vrlo skupa 	<ul style="list-style-type: none"> – vrlo dobri klimatski uvjeti za čuvanje ES – izvrsna otpornost na raketiranje – PPZ izvrsna – moguć paletni sustav – premještanje ES u ratu nije potrebno – minimalna ugroženost okoliša

Tablica 2. Osnovne dimenzije skladišnih objekata

Vrsta objekta	Dužina, m	Širina, m	Maksimalno dopuštena neto masa čistog eksploziva, kg
M-5	5.26	5.26	5000
M-10	13.26	8.38	20 000
M-20	26.12	8.76	40 000
M-30	28.50	12.55	60 000
M-40	35.50	12.45	80 000
S-2	3.96	3.96	2500
S-5	5.76	4.76	5000
S-7	6.60	9.06	10 000
S-10	12.60	9.06	20 000
S-20	24.60	9.06	40 000
S-30	25.51	13.26	50 000
S-40	35.51	13.26	80 000
U-5 ili PU-5	6.00	5.00	10 000
U-7 ili PU-7	6.00	7.50	14 000
U-10 ili PU-10	10.00	11.86	30 000
U-15 ili PU-15	14.40	11.86	50 000
U-20 ili PU-20	19.20	11.86	70 000
U-25 ili PU-25	24.00	11.86	80 000
U-30 ili PU-30	29.40	11.86	100 000
P	Različita su oblika i veličine, na različitoj razini ispod zemlje.		

Raščlanimo li osnovna obilježja namjenskih skladišnih objekata (tablica 3.), možemo zaključiti da su najpovoljniji objekti vrste U, PU, P ili IGLO, pa se preporučuju za gradnju. Najveći su nedostaci ostalih vrsta skladišnih objekata što ne pružaju zaštitu od zračnog napada i imaju loše klimatske uvjete. Nemogućnost pružanja zaštite od zračnog napada zahtijeva izradu plana za premještanje oko dviju trećina pričuve eksplozivnih sredstava, osiguranje potrebna broja motornih vozila, mehanizacije za rukovanje i radnika za premještanje eksplozivnih sredstava do poljskih i tajnih skladišta, zatim izbor i uređenje mjesta za poljska skladišta, uvježbavanje procesa premještanja itd.

Kod skladišnih objekata vrste U, PU, P ili IGLO nije potrebno premještanje eksplozivnih sredstava jer oni pružaju dobru zaštitu od zračnog napada, diverzantskih djelovanja, požara i slično.

Skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava moraju omogućiti zaštitu od sljedećega:

- atmosferskih utjecaja (padalina, magle, naglih promjena temperature)
- nadzemnih i podzemnih voda
- krađe
- diverzija i štetočina
- požara
- slučajne eksplozije u susjednom objektu.

Pri planiranju gradnje skladišnih objekata za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava potrebno je praviti iscrpnu raščlambu. Za sigurnost čuvanja eksplozivnih sredstava važna su, među ostalim, konstruktivna obilježja skladišnih objekata i njihovo mjesto, odnosno razmještaj u skladištu. Učinci mogućih eksplozija mogu se znatno promijeniti i smanjiti konstruktivnim obilježjima koja ograničuju neto masu uskladištenoga čistog eksploziva, smanjuju nadtlak eksplozije ili radijaciju topline te smanjuju količinu i domet opasnih krhotina, projektila, metaka i dijelova ruševina. Odgovarajućim odabirom mjesta štićenih objekata (objekti za boravak ljudi) u odnosu na skladišne objekte s eksplozivnim sredstvima postiže se zaštita od velikih oštećenja i ozljeda ljudi u slučaju neplanirane eksplozije. Skladišni objekti za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava mogu biti: nadzemni vrste U i PU, podzemni vrste P te ostale vrste skladišnih objekata zidane konstrukcije, na primjer vrste M i S. Postoje još i otvoreni skladišni objekti u obliku modula. [1]

U poglavlju II. Opći i sigurnosni uvjeti za skladištenje eksplozivnih tvari i predmeta, Članak 3. Pravilnika o uvjetima i načinu provedbe sigurnosnih mjera kod skladištenja eksplozivnih tvari, pored ostaloga, u točki 2) navedeni su osnovni uvjeti skladišnih objekata namijenjenih za čuvanje eksplozivnih tvari koji moraju odgovarati općim uvjetima glede: [9]

- sigurnosne udaljenosti
- otpornosti na požar
- otpornosti na streljivo
- ugrađene opreme, materijala i izvedbe na način da se spriječi pojava unutarnjeg i vanjskog iskrenja
- mogućnosti prirodnog ili prisilnog provjetravanja
- zaštićenosti od provale i krađe
- zaštićenosti od vremenskih utjecaja (oborine, atmosferska pražnjenja i sl.).
- opremljenosti odgovarajućim sredstvima za gašenje početnih požara (broj, količina, vrsta i raspored).

3.1. Nadzemni skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava

Danas je u uporabi više vrsta nadzemnih skladišnih objekata za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava kod nas i u svijetu, kao na primjer: vrste U, PU, IGLO, M, S.

a) Nadzemni skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava vrste U, PU i IGLO

Ovoj skupini objekata pripadaju oni skladišni objekti kojima je konstrukcija potpuno ili djelomično iznad prividne razine zemlje i za koje vrijede jedinstvena mjerila za izračunavanje dopuštene udaljenosti razdvajanja. Najbolja su vrsta ovih objekata skladišni objekti sa svodom od armiranog betona, zasuti zemljom, s vanjskim izgledom kao na slici 3. Ti skladišni objekti omogućuju smještaj i čuvanje neto mase čistog eksploziva i do 100 000 kg. Postoje i skladišni objekti sa svodom od valovitog lima, zasuti zemljom, te sa svodom od posebne vrste plastike, koji su rjeđe u uporabi i pružaju lošije smještajne uvjete. [1]

Ima više vrsta skladišnih objekata U, i to: U-5, U-7, U-10, U-15, U-20, U-25 i U-30, koji se međusobno razlikuju po skladišnoj površini i obujmu.

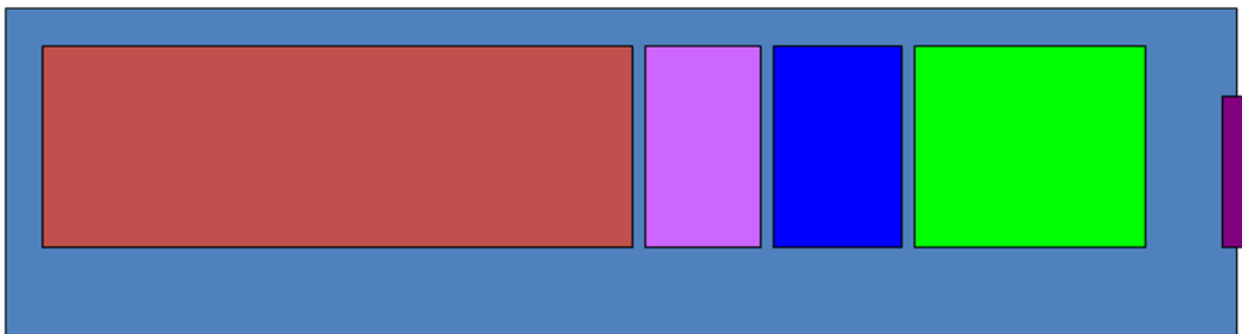


Slika 3. Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste PU

Racionalno iskorišćivanje prostora u objektima vrste U ovisi o načinu slaganja pričuve eksplozivnih sredstava. Ima više načina razmještaja (stokiranja) u skladišnim objektima i paletiziranih i nepaletiziranih eksplozivnih sredstava. (slika 4.)

Ovoj skupini pripadaju sve vrste ukopanih objekata za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava koji nisu cijelom konstrukcijom ukopani u brdo i potpuno zasuti debelim slojem zemlje. Za te objekte vrijede ista mjerila kao i za objekte vrste U pri izračunavanju dopuštene udaljenosti. Konstrukcija, veličina i čuvanje neto mase čistog eksploziva isti su kao u skladišnim objektima vrste U.





Slika 4. Mogući načini razmještaja eksplozivnih sredstava u objektima tipa U, PU ili IGLO

Ovoj skupini pripadaju i skladišni objekti vrste IGLO (slika 5.) za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava koji su isto tako zasuti slojem zemlje. Za te objekte vrijede ista mjerila kao i za objekte vrste U pri izračunavanju sigurnosne udaljenosti. Konstrukcija, veličina i čuvanje neto mase čistog eksploziva isti su kao u skladišnim objektima vrste U.



Slika 5. Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste IGLO [3]

b) Nadzemni skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava vrste M i S

Od ostalih vrsta skladišnih objekata za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava koji se najčešće susreću, u uporabi su objekti vrste M i S. Svi se oni, mogu upotrebljavati za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava dulje vrijeme (godinama), s tim da se redovito nadzire i analizira njihova lokacija s obzirom na okružje i građevinsko stanje kako bi svi propisi o sigurnosti i uvjetima čuvanja eksplozivnih sredstava bili stalno ispunjeni.

Ta je vrsta skladišnih objekata zastarjela. Objekti su izgrađeni prije više desetaka godina, kad je gradnja bila razmjerno brza i jeftina. Veoma su osjetljivi na požar slučajno izazvan u objektu, iz okolice ili neprijateljskim napadom.

Skladišni objekti za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste M

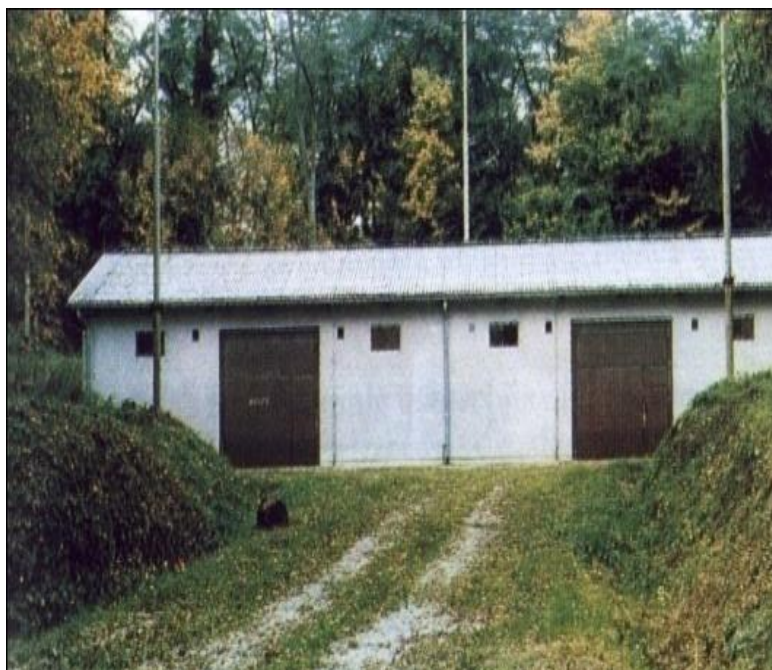
Objekti vrste M za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava su starija generacija od skladišnih objekata vrste S, U ili PU. (slika 6) Ti skladišni objekti imaju niz nedostataka, kako je i rečeno u tablici 1.. Ovi objekti imaju relativno dobru nepropusnost, više vrata za rad (vidljiva i slijepa), može se primijeniti paletni sustav uz prethodno prilagođivanje vrata, malu otpornost na vanjski požar. [1]



Slika 6. Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste M [1]

Skladišni objekti za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste S

Primjenom paletnog sustava počeo se rješavati problem integralnog sustava, posebice primjene mehanizacije (električnih i dizelskih viličara), gradnjom zidanih objekata vrste S, odnosno SOKO. (slika 7.) Karakteristično je za te objekte što im je pod u razini platforme ispred objekta i imaju gabaritna vrata kroz koja mogu nesmetano prolaziti vozila i viličari. Nedostatci i prednosti tih objekata navedeni su u tablici 1.



Slika 7. Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste S [3]

3.2. Podzemni skladišni objekti za čuvanje eksplozivnih sredstava

Ovoj skupini pripadaju sve vrste objekata za skladištenje i čuvanje eksplozivnih sredstava koji su cijelom konstrukcijom smješteni u prirodne pećine, špilje ili u komore iskopane ispod razine zemlje. Razlikujemo sljedeće vrste:

- podzemna skladišta tunelskog tipa s više komora (slika 8.)
- skladišni objekti s jednom komorom ukopani u brdo i
- skladišni objekti ukopani na ravnu zemljištu.

Za razliku od nadzemnih objekata za njih vrijede posebna mjerila za izračunavanje dopuštenog razmaka razdvajanja uskladištenih eksplozivnih sredstava.

Podzemni su skladišni objekti obično tunelskog tipa, u obliku kazamata ili laguma. Posebice se upotrebljavaju u priobalnom dijelu. Nasipni sloj zemlje treba biti deo više metara (barem četiri).



Slika 8. Podzemno skladište eksplozivnih sredstava tunelskog tipa s više komora [3]

3.3. Prijenosni spremnik (kontejner) za čuvanje eksplozivnih sredstava

Ovoj skupini pripadaju sve vrste prijenosnih spremnika (kontejnera) za skladištenje i privremeno čuvanje eksplozivnih sredstava koji se postavljaju na ralištu odnosno području na kojem se obavljaju poslovi razminiranja čija granica je određena izvedbenim planom razminiranja. [10]

Prijenosni spremnici namijenjeni skladištenju eksplozivnih sredstava smiju se postavljati samo na mjestima određenim dokumentom prostornog uređenja odnosno lokacijskom dozvolom donesenom odnosno izdanom u skladu s posebnim zakonom koji uređuje uređivanje prostora.

Kada se prema posebnom zakonu ne izdaje lokacijska dozvola prijenosni spremnici se mogu privremeno postaviti uz prethodno odobrenje Ministarstva unutarnjih poslova.

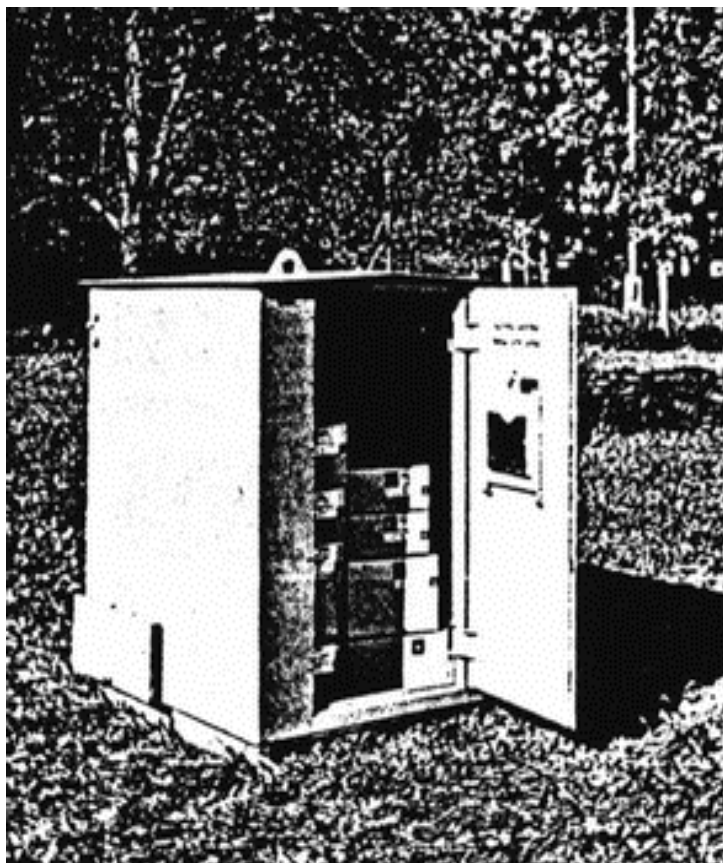
Osnovne karakteristike prijenosnih spremnika (kontejnera) u kojima se privremeno čuvaju eksplozivne tvari (inicijalna sredstva i eksploziv) na radilištu gdje se obavljaju poslovi razminiranja su:

- prenosiva

- otporna na požar
- zaštićena od provale i krađe
- zaštićena od vremenskih upliva
- u njima se čuvaju postojeće eksplozivne tvari. [9]

Osnovne dimenzije prijenosnog spremnika (kontejnera) PSEM-500 (slika 9.) su sljedeće:

- širina kontejnera 140 cm
- dužina kontejnera 170 cm
- visina kontejnera 195 cm
- masa praznog kontejnera 1,2 t.



Slika 9. Prijenosni spremnik (kontejner) za čuvanje eksplozivnih sredstava

4. SKLADIŠTENJE EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA U OBJEKTIMA

Za uspješno vođenje obrambenog rata prijeko je potrebno raspolagati potrebnim količinama eksplozivnih sredstava u pričuvi. Zbog brza rasta potrošnje u ratu, osobito u početnom razdoblju, u miru se stvara optimalna ratna pričuva eksplozivnih sredstava.

Osigurana se pričuva eksplozivnih sredstava se skladišti i čuva u specijalna odnosno namjenski izgrađena skladišta. Skladište eksplozivnih sredstava predstavlja više skladišnih objekata, jedne ili više vrsta, na određenoj lokaciji. Svako skladište eksplozivnih sredstava je namijenjeno za smještaj, čuvanje, popunu i održavanje eksplozivnih sredstava. U sklopu skladišta eksplozivnih sredstava nalaze se, prema potrebi, i objekti za remont eksplozivnih sredstava, odnosno objekti u kojima se izvode radovi održavanja eksplozivnih sredstava. Sustavnom raščlambom djelatnosti i zadaća skladišta eksplozivnih sredstava mogu se ustanoviti zadaće koje su u prvom redu vezane za rad sa pričuvom eksplozivnih sredstava. Radi lakšeg razvrstavanja zadaća i djelatnosti one se mogu podijeliti na osnovne i dopunske. [1]

Skladištenje eksplozivnih sredstava samo je jedna od temeljnih zadaća tehničkog osiguranja eksplozivnih sredstava u miru i ratu, koja obuhvaća niz drugih zadaća, odnosno procesa, i to:

- uskladištenje eksplozivnih sredstava (primanje)
- iskladištenje eksplozivnih sredstava (izdavanje, slanje – doprema)
- premještanje eksplozivnih sredstava unutar skladišta (prema potrebi)
- paletizacija eksplozivnih sredstava (prema potrebi)
- praćenje razmještaja eksplozivnih sredstava.

4.1. Uskladištenje eksplozivnih sredstava

Pod uskladištenjem eksplozivnih sredstava u skladište eksplozivnih sredstava podrazumijevaju se svi postupci oko primitka eksplozivnih sredstava. Ovisno o građi skladišta eksplozivnih sredstava i njegovoj okolini eksplozivna se sredstva primaju u samom skladištu

eksplozivnih sredstava (prijamno-otpremna točka, skladišni objekti, industrijska pruga, željeznička pretovarna mjesta), na željezničkom kolodvoru, aerodromu, u luci ili na helidromu, a prema potrebi i kod pošiljatelja.

Kod primanja eksplozivnih sredstava u skladište skladištar je obavezan učiniti sljedeće:

- provjeriti točnost navoda na materijalnom dokumentu o vrsti eksplozivnih sredstava uspoređujući ih sa stvarnim stanjem sredstava koje preuzima
- ustanoviti točan broj preuzetih eksplozivnih sredstava i provjeriti odgovara li broju sredstava navedenu na odgovarajućem dokumentu
- na uzorku do 5 % od ukupne količine sredstava koja se primaju, provjeriti točnost navoda na dokumentu o primitku, oznaka na sanduku i oznaka na upakiranom sredstvu
- u suglasju sa nadležnim u skladištu propisno razmjestiti preuzeta eksplozivna sredstva u skladišne i/ili druge objekte – prostore
- organizirati istovar preuzetih eksplozivnih sredstava
- ubilježiti novo stanje sredstava u skladišnu dokumentaciju
- izvijestiti nadređene o primitku eksplozivnih sredstava. [1]

Eksplozivna se sredstva preuzimaju izvorno zapakirana, što se utvrđuje pregledom plomba svakoga pojedinačnog pakiranja. Pakiranja koja nisu plombirana, otvaraju se te se količina i vrsta utvrđuju brojenjem i pregledom ako eksplozivna sredstva nisu hermetički zatvorena. Nakon primitka određene vrste eksplozivnih sredstava tijekom se uskladištavanja donosi odluka o njihovom razmještanju po skladišnim objektima, pri čemu se mora voditi računa o nekoliko važnih mjerila:

- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine opasnosti eksplozivnih sredstava
- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine spojivosti eksplozivnih sredstava
- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju slobodnoga skladišnog prostora
- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju pirotehničke sigurnosne udaljenosti
- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju zahtjeva za većom raspršenosti

- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene opterećenosti poda i
- razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene visine stokiranja.

Ova cjelina propisuje standardna mjerila za klasifikaciju eksplozivnih sredstava prema svojstvima i stupnju opasnosti koja se trebaju primjenjivati tijekom njihova razvoja, proizvodnje, ispitivanja, skladištenja, čuvanja, održavanja, prijevoza i uništavanja te kod raščlambe nesretnih slučajeva pri rukovanju. Klasifikacija eksplozivnih sredstava na skupine opasnosti, a time i njihov pravilan razmještaj po skladišnim objektima, ima svrhu olakšati identifikaciju potencijalne opasnosti i u svezi s tim osigurati odgovarajuću razinu zaštite ljudi i tvarnih dobara unutar ugroženih objekata i izvan njih od utjecaja moguće eksplozije i/ili požara. [1]

Za potrebe ovog standarda prihvaćen je međunarodni sustav klasifikacije koji je razvila stručna skupina Odbora za prijevoz opasnih roba pri Ujedinjenim narodima (UN). Prema toj klasifikaciji sve vrste opasnih roba ili proizvoda razvrstane su u devet razreda, i to na temelju pretežitih rizika ili opasnosti koje ih prate:

- klasa 1. – eksplozivi (eksplozivna sredstva)
- razred 2. – plinovi
- razred 3. – zapaljive tekućine
- razred 4. – zapaljive krute tvari
- razred 5. – oksidirajuće tvari
- razred 6. – otrovne i zarazne tvari
- razred 7. – radioaktivne tvari
- razred 8. – hrdajuće tvari
- razred 9. – različite opasne tvari.

Prema definiciji Ujedinjenih naroda opasne robe 1. razreda obuhvaćaju eksplozive ili eksplozivne tvari i predmete koji sadrže jednu ili više eksplozivnih tvari, osim onih koje su suviše opasne za prijevoz, ili onih kod kojih glavna opasnost odgovara nekom od ostalih razreda. Na temelju takve definicije gotovo sve vrste eksplozivnih sredstava i eksploziva koji se mogu naći u prometu, pripadaju 1. razredu opasnih roba.

Eksplozivna sredstva koja osim eksplozivnih sadrže i otrovne (toksične) ili zarazne (infektivne) tvari, mogu se u određenim slučajevima razvrstati u 1. razred prema eksplozivnoj opasnosti, iako općenito ta sredstva pripadaju 6. razredu opasnih roba, sukladno preporukama Ujedinjenih naroda.

4.1.1. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine opasnosti

Ovisno o konstrukciji, eksplozivnim obilježjima i načinu pakiranja sve je inačice eksplozivnih sredstava u 1. razredu moguće razvrstati u skupine opasnosti kako je prikazano u tablici 3. Svaka skupina opasnosti označuje narav glavne opasnosti pri slučajnoj eksploziji. Takvo razvrstavanje eksplozivnih sredstava može se iskoristiti pri određivanju sigurnosne udaljenosti mjesta potencijalne eksplozije od štićenih objekata u slučaju neplanirane eksplozije.

Tablica 3. Skupine opasnosti eksplozivnih sredstava

Skupina opasnosti	Svojstva tvari i vrsta očekivane opasnosti	Stupanj očekivane opasnosti	Primjedba
1.1.	Tvari i predmeti koje imaju svojstva da detoniraju u masi, to jest ako bilo koji predmet iz skupine detonira, u istom trenutku detonirat će cjelokupna masa na gomili (u stoku).	Izražena opasnost od zračnoga udarnog vala i prateće opasnosti od fragmenata velike brzine i/ili toplinskog djelovanja	Eksplozivi za rušenje, protuoklopne mine, zrakoplovne bombe. Za proračun udaljenosti najvažnije je djelovanje zračnoga udarnog vala.
1.2.	Tvari i predmeti koji imaju svojstvo detoniranja. Sadrže opasnost od razlijetanja fragmenata, ali ne postoji opasnost od detonacije u masi.	Izražena opasnost od razbacivanja teških i/ili lakih fragmenata, zapaljenih komada i neeksplozivnih komada ES, koji mogu eksplodirati u točki udara i na taj način proširiti požar i/ili eksploziju.	Topnički projektili, bojne glave raketa do kalibra 155 mm uz uvjet da su propisno zapakirani. Za proračun udaljenosti najvažniji je polumjer razlijetanja dijelova, fragmenata.
1.3.	Tvari i predmeti kod kojih postoji opasnost od snažna požara. Pojava može biti praćena manjim eksplozijama i razlijetanjem dijelova, ali ne i opasnošću od detonacije u masi.	Izražena opasnost od velika požara i uzgredne male opasnosti od razbacivanja gorivih tvari i zapaljene ambalaže.	Topnički i raketni baruti na gomili, u ambalaži ili u strjeljivu, ali u okolnostima u kojima nema opasnosti od detonacije u masi. Za proračun se udaljenosti razdvajanja uzima intenzitet toplinskog fluksa.
1.4.	Tvari i predmeti koji ne znače veću opasnost. Opasnost je od umjerena požara. Učinci su u većoj mjeri ograničeni na pakiranje, a razlijetanje se fragmenata znatnije veličine i dometa ne očekuje. Vanjska vatra ne smije izazvati trenutnu eksploziju cjelokupnog sadržaja u pakiranju.	Postoje opasnosti od neznatna požara, prije svega ograničene na ambalažu i ES koja se u njoj nalaze.	Strjeljivo za pješačko oružje i dimno strjeljivo zapakirano na propisan način. Nema ograničenja za udaljenost ako se predmeti i roba skladište u objekte zasute zemljom (vrste U, PU, P).
1.5.	Veoma neosjetljive tvari, ali kod kojih postoji opasnost od detonacije u masi. Ne smiju detonirati pri pokusu s vanjskom vatrom.	Izražena opasnost od zračnoga udarnog vala i uzgredne opasnosti od dijelova velike brzine i/ili	Neke vrste amonijnitratnih eksploziva. Za proračun se udaljenosti razdvajanja uzima kao i za skupinu 1.1.

		toplinskog djelovanja.	
--	--	------------------------	--

Najveći stupanj sigurnosti kod skladištenja eksplozivnih sredstava može se osigurati ako se svaka vrsta eksplozivnih sredstava uskladišti odvojeno. No takvo idealno uskladištenje nije uvijek izvedivo pa se u praksi pogodnom ravnotežom između sigurnosnih zahtjeva i drugih relevantnih čimbenika omogućuje zajedničko uskladištenje više inačica eksplozivnih sredstava.

Eksplozivna se sredstva ne smiju skladištiti zajedno s ostalim razredima opasnih roba (prema podjeli Ujedinjenih naroda) koje znače sigurnu opasnost za eksplozivna sredstva, na primjer: zapaljive ili izgorive mješavine, kiseline, tvari koje izazivaju hrđanje i slično. Različite inačice eksplozivnih sredstava, pojedinačno i u skupinama opasnosti, mogu se zajedno uskladištiti samo ako je osigurana njihova spojivost (kompatibilnost). Eksplozivna se sredstva razvrstavaju u odgovarajuću spojivu (kompatibilnu) skupinu uskladištenja onda kad im se svojstva i osjetljivost podudaraju, to jest kad su u velikoj mjeri jednaka te se kao takva mogu zajedno uskladištiti a da se znatno ne poveća mogućnost nastanka nesreće ili da se za zadanu količinu eksplozivnih sredstava ne poveća učinak takve nesreće (neplanirane eksplozije).

Skupna opasnosti se određuje na temelju rezultata pokusa od strane proizvođača eksplozivnih sredstava još za vrijeme probne partije i nulte serije.

4.1.2. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine spojivosti

Razmatranja koja se uzimaju u obzir pri ustanovljivanju spojive skupine za uskladištenje eksplozivnog sredstva, temelje se na sljedećim bitnim obilježjima, ali se ne ograničuju samo na njih:

- neto masa čistog eksploziva (NMČE)
- kemijska i fizikalna svojstva
- osjetljivost na početak djelovanja (iniciranje)
- brzina kemijskog razlaganja
- učinak izgaranja, eksplozije ili detonacije
- konstruktivna obilježja i namjena
- obilježja i oblik unutarnjega – temeljnog i vanjskoga – prijevoznog pakiranja
- vrste očekivane opasnosti. [1]

Cilj je razvrstavanja eksplozivnih sredstava na spojive skupine koje zahtijevaju posebne skladišne objekte, da ih bude što manje, i to u skladu sa stvarnom opasnosti, a ne na temelju pretpostavaka. Ograničeno miješanje eksplozivnih sredstava različitih spojivih skupina može se dopustiti samo u iznimnim okolnostima.

Pojedine vrste eksplozivnih sredstava imaju na sebi navijen upaljač i kao takve su upakirane u ambalažu te pripremljene za prijevoz, skladištenje i čuvanje. Kad je riječ o više vrsta upaljača prema konstrukcijskom rješenju, neka eksplozivna sredstva znače mnogo veću opasnost od neplanirane eksplozije pri prijevozu, skladištenju, čuvanju i održavanju. Upaljači koji u konstrukcijskom rješenju nemaju prekinut inicirajući – paljbni lanac, a navijeni su na eksplozivnom sredstvu, znatan su rizik. Ti upaljači, posebice novije izvedbe, obvezatno sadrže prijevozni osigurač tako da ih on ipak čini sigurnim pri radu, prijevozu, skladištenju i/ili održavanju, svakako uz maksimalnu pozornost i pravilan odnos u svakoj konkretnoj situaciji.

Eksplozivna sredstva koja na sebi imaju navijen upaljač bez prekinutoga inicijalnog lanca, nazivaju se eksplozivna sredstva s vlastitim načinom aktiviranja. No taj naziv nije primjenljiv ako je upaljač spakiran tako da ukloni opasnost od izazivanja detonacije eksplozivnih sredstava ako se iz bilo kojeg razloga aktivira, to jest ako je upaljač posebno upakiran u istom sanduku s eksplozivnim sredstvom, ili izdvojeno (izvan pakiranja eksplozivnih sredstava – streljiva, mina, raketa) u skupini s više upaljača. Upaljač može biti navijen na eksplozivno sredstvo, ali ako raspolaže mehanizmom ili uređajem za prekid paljbenog lanca, također je uklonjena opasnost da upaljač bude razlog spontane – neplanirane detonacije eksplozivnih sredstava pri prijevozu, skladištenju, čuvanju i održavanju.

Po načelima skladištenja, čuvanja i razmatranja spojivosti unutar skladišnih objekata eksplozivna se sredstva prema preporukama Ujedinjenih naroda mogu razvrstati u jednu od trinaest odgovarajućih spojivih skupina skladištenja i čuvanja, koje su označene slovima A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, N i S. [1]

Skupina A

Inicijalni eksplozivi. To su u prvom redu eksplozivi koji imaju zahtijevanu osjetljivost na toplinu, udar ili trenje, kako bi mogli biti upotrijebljeni kao dijelovi u inicijalnom lancu inicirajućeg sredstva ili dijela. Primjeri: vlažni olovni azid, vlažni olovni stiftat, vlažni živin fulminat, vlažni tetrazen, suhi heksogen, suhi pentrit.

Skupina B

Inicijalna sredstva koja nemaju dva ili više neovisnih osigura-nja, odnosno eksplozivna sredstva ili dijelovi eksplozivnih sredstava koji sadrže inicijalne eksplozive i napravljeni su tako da neprekidno imaju otvoren inicijalni lanac. Primjeri: detonatori, detonatorske kapsule, kapsule strjeljiva za pješačko oružje i upaljači bez prekinutoga inicijalnog lanca.

Skupina C

Baruti, barutni naboji, kruta goriva za raketne motore i eksplozivna sredstva koja sadrže krute pogonske naboje, s pripalnim kapsulama ili bez njih i neovisno o tomu da li navedeni dijelovi nakon početnog djelovanja izgaraju, eksplodiraju ili detoniraju. Primjeri: jednobazni, dvobazni i trobazni barut, kompozitna goriva za raketne motore, raketni motori s krutim gorivom, barutni naboji, manevarska i vježbovna eksplozivna sredstva za topništvo, eksplozivna sredstva s inertnim, pancir-nim ili pokusnim projektilima.

Skupina D

Crni barut, brizantni eksploziv, predmeti i roba koja sadrži brizantni eksploziv u svim slučajevima bez vlastitoga načina početnog djelovanja i bez pogonskog naboja te posebni uređaji za početno djelovanje koji imaju prekinut početno-paljbeni lanac. Primjeri: eksploziv za rušenje (trinitrotoluen – TNT), mješavina TNT-a i heksogena, plastični eksplozivi, većina razornih projektila, zrakoplovne bombe, protuoklopne mine, dubinske mine, torpedne bojne glave, morske mine, raketne bojne glave.

Skupina E

Eksplozivna sredstva koja sadrže brizantni eksploziv bez vlastitoga načina djelovanja, to jest bez navijenog upaljača na sebi ili s potpuno osiguranim upaljačem – s prekinutim inicijalnim lancem, s krutim pogonskim – barutnim nabojem. Na primjer: većina strjeljiva za topništvo, rakete i vođene rakete, raketne dubinske bombe.

Skupina F

Eksplozivna sredstva koja sadrže brizantni eksploziv i imaju vlastiti način djelovanja (imaju navijen upaljač na sebi), s krutim pogonskim nabojem ili bez njega. Na primjer: ručne obrambene bombe, strjeljivo 20 mm i 30 mm za protuzrakoplovni top, minobacačke mine 60 mm, 82 mm i 120 mm s udarnim upaljačima vrste B-45 T i B-45 TU.

Skupina G

Pirotehničke mješavine (koje nakon aktiviranja pokazuju osvijetljujući, zapaljivi, dimni ili suzni učinak) i eksplozivna sredstva koja ih sadrže, osim eksplozivnih sredstava koja počinju djelovati u prisutnosti vode ili zraka i onih koja imaju zapaljivu tekućinu ili želatinu. Karakteristični primjeri: signalno strjeljivo, traseri, strjeljivo posebne namjene s osvijetljujućim, zapaljivim i dimnim projektilima, ostali uređaji koji proizvode plin ili suzavac.

Skupina H

Eksplozivna sredstva koja sadrže zajedno eksploziv i bijeli fosfor ili drugu vrstu samozapaljive tvari. Na primjer: eksplozivna sredstva s dimnim projektilima napunjenima bijelim fosforom, plastificirani bijeli fosfor ili druga samozapaljiva tvar.

Skupina J

Eksplozivna sredstva koja sadrže zajedno eksploziv i zapaljivu tekućinu ili želatinu, različita od onih koja se aktiviraju u dodiru s vodom ili atmosferom (zrakom). Karakteristični primjeri: tekući ili želatinski naboj zapaljivih eksplozivnih sredstava, uređaji s aerosolnim eksplozivima, tekuće gorivo za rakete i torpeda.

Skupina K

Eksplozivna sredstva koja sadrže eksploziv i otrovne kemijske tvari. Primjeri su topničko strjeljivo i minobacačke mine (s upaljačem ili bez njega), granate, rakete i bombe punjene smrtonosnim ili onesposobljujućim kemijskim tvarima.

Skupina L

Eksplozivna sredstva koja nisu uključena u druge spojive skupine i koja zahtijevaju posebnu izdvojenost tijekom skladištenja i prijevoza. Izraziti primjeri: uređaji koje pokreće voda, raketni motori s tekućim gorivom, neki uređaji s aerosolnim eksplozivima, trietilaluminij, oštećena ili sumnjiva eksplozivna sredstva bilo koje skupine.

Skupina N

Eksplozivna sredstva koja sadrže samo izuzetno neosjetljive detonatorske supstance.

Skupina S

Eksplzivna sredstva koja ne znače veliku opasnost. U tu se skupinu ubrajaju eksplozivna sredstva zapakirana ili napravljena tako da bilo kakav opasan učinak, nastao zbog njihova slučajnog djelovanja, bude ograničen unutar ambalaže, osim ako nisu oštećena vatrom, pri čemu su svi učinci eksplozije ili razlijetanja dijelova ograničeni do te mjere da ne ometaju i ne onemogućuju gašenje požara ili druge pokušaje sprječavanja opasnosti u najbližoj okolini sanduka. Karakteristični su primjeri strjeljivo za pješačko i topničko oružje bez razornih projektila (zaključno s kalibrom 25 mm), upaljači bez detonatora, pripalne kapsule (udarne i električne).

Eksplzivna sredstva i eksplozivi različitih spojivih skupina skladištenja mogu se zajedno skladištiti i čuvati združeni u jednom skladišnom objektu kako je prikazano u tablici 4.

Tablica 4. Odnos spojivog miješanja kod skladištenja i čuvanja eksplozivnih sredstava

Odnosi spojivog miješanja i čuvanja eksplozivnih sredstava													
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	S
A	X	Z											
B	Z	X	Z	Z	Z	Z	Z					X	X
C		Z	X	Z	Z	Z	Z					X	X
D		Z	Z	X	X	Z	Z					X	X
E		Z	Z	X	X	Z	Z					X	X
F		Z	Z	Z	Z	X	Z					Z	X
G		Z	Z	Z	Z	Z	X					Z	X
H								X					X
J									X				X
K										Z			
L													
N		X	X	X	X	Z	Z					X	X
S		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X

Napomene

1. Oznaka X pokazuje da te spojive skupine mogu biti združene kod skladištenja, čuvanja i prijevoza. U suprotnom je miješanje ili ograničeno ili zabranjeno prema napomeni 2. u nastavku.
2. Oznaka Z pokazuje da se miješanje ograničenih količina eksplozivnih sredstava iz različitih spojivih skupina može odobriti kada je to opravdano iz praktičnih razloga ili zbog nepostojanja skladišnog prostora te kad nije ugrožena sigurnost. Odobrenje može dati samo nadležna odgovorna osoba odnosno nadležno Ministarstvo. Inače je miješanje zabranjeno.

Određivanje skupine spojivosti odnosno dodjela odgovarajuće klasifikacijske oznake (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, N i S) eksplozivnom sredstvu, dijelu eksplozivnog sredstva ili eksplozivnoj tvari provodi se na temelju važeće tablice 5.

Tablica 5. Dodjeljivanje oznake skupine spojivosti eksplozivnim sredstvima [9]

Redni broj	Vrsta eksplozivnih sredstava i dijelova koje treba razvrstati	Skupina spojivosti	Skupina opasnosti
1.	Inicijalni eksploziv	A	1.1.A
2.	Dijelovi eksplozivnih sredstava koji sadrže inicijalni eksploziv, a nemaju ugrađena dva ili više neovisnih mehanizama ili uređaja za prijekid inicijalnog lanca.	B	1.1.B 1.2.B 1.4.B
3.	Barut (klasični i raketni, osim crnoga) i dijelovi eksplozivnih sredstava koji sadrže te barute s inicijalnom kapsulom ili bez nje.	C	1.1.C 1.2.C 1.3.C 1.4.C
4.	Crni barut, brizantni eksploziv, predmeti i roba ES koji sadrže brizantni eksploziv, u svakom slučaju bez vlastitog načina iniciranja i bez pogonskog naboja, ili predmeti i roba koji sadrže inicijalni eksploziv i imaju dva ili više neovisnih osiguranja za prijekid inicijalnog lanca.	D	1.1.D 1.2.D 1.4.D 1.5.D
5.	Predmeti i roba ES koji sadrže brizantni eksploziv bez vlastitog načina iniciranja, s krutim pogonskim nabojem.	E	1.1.E 1.2.E 1.4.E
6.	Predmeti i roba ES koji sadrže brizantni eksploziv s vlastitim načinom iniciranja ili bez njega, s krutim pogonskim nabojem ili bez njega.	F	1.1.F 1.2.F 1.3.F 1.4.F
7.	Pirotehničke mješavine ili predmeti i roba koji sadrže pirotehničke mješavine, ili predmeti i roba koji sadrže skupa i eksplozivnu tvar (barut i eksploziv) i pirotehničku mješavinu (svijetleću, zapaljivu, suzavac ili dimnu mješavinu), osim onih predmeta i robe koji se aktiviraju u prisutnosti vode ili zraka i onih koji imaju zapaljivu tekućinu ili želatinu.	G	1.1.G 1.2.G 1.3.G 1.4.G

8.	Predmeti i roba ES koji sadrže i eksplozivnu tvar i bijeli fosfor.	H	1.2.H 1.3.H
9.	Predmeti i roba ES koji sadrže i eksplozivnu tvar i zapaljivu tekućinu ili želatinu.	J	1.1.J 1.2.J 1.3.J
10.	Predmeti i roba ES koji sadrže i eksplozivnu tvar i otrovnu kemikaliju.	K	1.2.K 1.3.K
11.	Eksplozivne tvari ili predmeti i roba ES koji sadrže eksplozivne tvari, a nisu uključeni u druge skupine, i koji zahtijevaju posebnu izdvojenost tijekom skladištenja, čuvanja i prijevoza.	L	1.1.L 1.2.L 1.3.L
12.	Eksplozivna sredstva koja sadrže samo izuzetno neosjetljive detonatorske supstance.	N	1.6.N
13.	Eksplozivne tvari ili predmeti i roba ES koji su upakirani ili napravljeni tako da je opasni učinak u slučaju eksplozije ograničen na pakiranje, osim ako pakiranje nije oštećeno vatrom, u kojem su slučaju učinci eksplozije ili razlijetanja fragmenata ograničeni do te mjere da ne ometaju, odnosno ne sprječavaju gašenje požara ili druge pokušaje za sprječavanje opasnosti u najbližoj okolini pakiranja zahvaćena požarom	S	1.4.S

4.1.3. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju slobodnoga skladišnog prostora

Eksplozivna se sredstva u skladišnom objektu mogu smjestiti, poštujući propise, na više načina, što vrijedi za način slaganja stokova u svakom od tipskih objekata ili za razmještaj eksplozivnih sredstava. Različiti načini slaganja eksplozivnih sredstava (stokiranje) sigurno ne dopuštaju jednaku iskoristivost slobodnoga skladišnog prostora ni isti stupanj opasnosti za jedan objekt, bez obzira na to što se u skladišnom objektu našla skupina eksplozivnih sredstava koja se mogu zajedno skladištiti i čuvati. Iz tih je razloga u prvoj etapi popune skladišta eksplozivnih sredstava nužno provesti postupak izbora najpovoljnijeg načina slaganja eksplozivnih sredstava u objekte i utvrditi zamisao razmještaja eksplozivnih sredstava. Nakon toga je moguće pratiti slobodan prostor po objektima i na temelju te obavijesti, poštujući propise, izabrati mjesto za smještaj iznova prispjele količine određene vrste eksplozivnih sredstava.

4.1.4. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju pirotehničko-sigurnosne udaljenosti

Jedna od najvažnijih odluka pri određivanju razmještaja pričuve eksplozivnih sredstava na skladišne objekte u skladištu eksplozivnih sredstava i utvrđivanju mogućnosti uklapanja odgovarajuće vrste skladišta u prostorni plan mikrolokacije i makrolokacije jest pirotehnička procjena, koja se donosi na temelju pirotehničkih izračunavanja.

Sva eksplozivna sredstva pojedinačno, a posebice u većem broju na jednomu mjestu, potencijalna su opasnost za ljude koji njima rukuju, ljude koji su nazočni u skladištu i/ili u okolini (oko skladišta na određenoj udaljenosti). Istodobno je ugrožena i sva pričuva koja se čuva u skladištu, a koja je važna za uspješno vođenje obrambenog rata. Ta opasnost proizlazi iz konstrukcijskih obilježja, to jest mogućnosti neplanirane eksplozije eksplozivnog sredstva i više njih odjedanput.

Vjerojatnost nastanka neplanirane eksplozije može se ukloniti ili bar smanjiti u velikoj mjeri, što ovisi:

- o sustavnim čimbenicima (poznavanje, vrsta, osjetljivost i količina eksplozivnih sredstava na jednomu mjestu, primjena propisa o skladištenju, čuvanju, rukovanju i održavanju eksplozivnih sredstava, primjena rezultata dobivenih proračunom pirotehničke sigurnosne udaljenosti)
- o subjektivnim čimbenicima (neznanje, pogreške u radu, viša sila, sabotaza, diverzija). [1]

Opasnost od eksplozije

Učinak eksplozije eksplozivnih sredstava određen je količinom, vrstom i stanjem eksplozivnih sredstava, vrstom skladišnog objekta i zaštitnim mjerama primijenjenim pri njihovu čuvanju i odabiru mikrolokacije. Spomenuti čimbenici, koji utječu na ukupnu opasnost nastanka neplanirane eksplozije, razlikuju se za različite kategorije rukovanja i čuvanja eksplozivnih sredstava, kakve su:

- istraživanje
- razvoj
- serijska proizvodnja sirovina

- čuvanje u priručnim prostorima
- prijevoz
- čuvanje u nenamjenskim objektima
- čuvanje u tajnim skladištima
- čuvanje u namjenskim objektima.

Vjerojatnost nastanka slučajne eksplozije opada s redoslijedom navedenih kategorija rukovanja i čuvanja eksplozivnih sredstava, a učinak raste s količinom eksplozivnih sredstava na jednomu mjestu. Učestalost nastanka nesreće opada s povećanjem uvježbanosti i sigurnosti u rukovanju, što je posljedica boljeg poznavanja eksplozivnih sredstava, primjene zaštitnih mjera i uvođenja redovitog nadzora. U zatvorenim proizvodnim prostorijama ukupna opasnost za konkretnu prostoriju, pogon ili okoliš može se točno odrediti, jer svi parametri mogu biti poznati sve do trenutka nesreće – slučajne eksplozije.

Industrijska proizvodnja sirovina i eksplozivnih sredstava, prema statističkim podacima, ugrožava okoliš u sklopu svakodnevnih rizika čovječanstva pri radu tehnikom. Svi su radovi u proizvodnji, čuvanju, održavanju i rukovanju eksplozivnim sredstvima veoma osjetljivi. Zbog toga se moraju stvoriti i održavati uvjeti koji će isključiti svaku mogućnost nastanka nesretnog slučaja – eksplozije, ljudskih žrtava i velikih tvarnih šteta.

Mjerno-tehničkim pokusima s različitim količinama eksploziva, s objektima i bez objekata oko njih, dosad je redovito analiziran osnovni uvjet za smanjenje ili potpuno uklanjanje ugroženosti okoliša od slučajne eksplozije eksplozivnih sredstava, a to je *sigurnosna udaljenost*.

Primjenom odgovarajućih mjera i postupaka sigurnosna se udaljenost može smanjiti na optimalan minimum. *Prva mjera* za učinkovitu zaštitu ljudi i okoliša jest pravilan odabir mjesta – mikrolokacije za gradnju namjenskih, skladišnih i/ili radnih objekata. To je jedna od veoma važnih preventivnih mjera koje dugotrajno štite radni i skladišni prostor te okoliš od slučajne eksplozije i djelovanja eksplozivnih sredstava ili sirovina za njihovu proizvodnju.

U odabiru užeg mjesta za gradnju, dogradnju, adaptaciju i/ili rekonstrukciju skladišta trebaju se poštovati svi navedeni uvjeti i sljedeće:

- u blizini većih naselja, industrijskih objekata, većih željezničkih postaja, pristaništa i luka, umjetnih jezera i brana, glavnih prometnih raskrižja, zračnih luka ne smiju biti skladišta za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava
- zemljište ne smije sadržavati mangan ni željezo jer to utječe na jakost električnih pražnjenja iz atmosfere

- iznad takvih skladišnih ili proizvodnih objekata ne smiju prolaziti zrakoplovni koridori ni dalekovodi visokog napona. [11]

Prije donošenja odluke o odabiru mjesta za gradnju skladišta *druga mjera* za uspješnu zaštitu od slučajne eksplozije jest izrada posebne studije, koja će, među ostalim, sadržavati i bitna obilježja za zaštitu radne ili skladišne sredine, okoliša, i to:

- proračun unutarnje i vanjske pirotehničke sigurnosti
- odabir vrste skladišnog objekta
- određivanje broja, razmještaja i zaštite skladišnih objekata
- konkretnu prilagodbu propisa o skladištenju, čuvanju i održavanju eksplozivnih sredstava.

Rezultati proračuna unutarnje i vanjske pirotehničke sigurnosti prvi su i osnovni čimbenik za postizanje i održavanje optimalne sigurnosne udaljenosti. Oni ograničuju sve ostale zahtjeve koji se pojavljuju pri smještanju većih količina eksplozivnih sredstava na jednome mjestu (u jednoj prostoriji, u jednom objektu ili skladišnom kompleksu).

Osnovna formula za izračunavanje unutarnje i vanjske pirotehničke sigurnosti jest:

$$D = k \times \sqrt[3]{P} \quad (m)$$

u kojoj je: D – dopuštena sigurnosna udaljenost (m); k – koeficijent sigurnosti iz odgovarajuće tablice; P – neto masa čistog eksploziva na jednomu mjestu (kg).

Ovisno o vrsti eksplozivnih sredstava, njihovoj količini na jednomu mjestu i načinu iniciranja eksplozija može izazvati sljedeće učinke:

- zračni udarni val
- mehaničko djelovanje fragmenata košuljice, pakiranja i ostalih dijelova eksplozivnih sredstava te krhotina objekta
- nastanak lijevka
- inducirani udar sa seizmičkim udarom
- termičko djelovanje od proizvoda detonacije i sekundarnih požara
- radioaktivnu, kemijsku i, eventualno, biološku kontaminaciju.

Sigurnosne udaljenosti i pojasi koji se prema njima određuju, osnovni su pokazatelj pri izradi prostornih planova i urbanizaciji pojedinih kompleksa. Određene su sljedeće sigurnosne udaljenosti:

- sigurnosno-detonacijska udaljenost

- sigurnosno-požarna udaljenost
- sigurnosna udaljenost zračnoga udarnog vala
- sigurnosno-seizmička udaljenost
- sigurnosna udaljenost od razlijetanja fragmenata i krhotina
- pojas lijevka.

4.1.5. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju zahtjeva za većom raspršenosti

Tijekom uskladištenja eksplozivnih sredstava često se primljene količine iste vrste mogu smjestiti u jedan ili više skladišnih objekata. Smještanjem u više skladišnih objekata postiže se veća raspršenost eksplozivnih sredstava, a time i veći stupanj očuvanja, jer se možebitnim uništenjem jednog objekta ili stoka ne uništava cijela količina iste vrste eksplozivnih sredstava.

4.1.6. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene opterećenosti poda

Tijekom uskladištenja eksplozivnih sredstava mora se voditi računa o dopuštenoj opterećenosti poda skladišnog objekta sa eksplozivnim sredstvima.

Dopušteno se opterećenje poda u skladišnom objektu definira graditeljskim propisima, a kod objekata za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava ono u načelu iznosi:

- kod skladišnih objekata tipa M..... 3000 kg/m²
- kod skladišnih objekata tipa S..... 5000 kg/m²
- kod skladišnih objekata tipa U..... 6000 kg/m².

4.1.7. Razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene visine stokiranja

Na temelju bitnih značajka eksplozivnih sredstava za svaku je vrstu propisana dopuštena visina stokiranja, što je posebno ograničenje tijekom uskladištenja. Visina se stokova računa od poda skladišnog objekta zajedno s podmetačima i letvicama koje se stavljaju između sanduka.

Dopuštena visina stokiranja je manja za ona eksplozivna sredstva koja pri slučajnom padu u skladišnom objektu mogu lako eksplodirati.

5. ČUVANJE EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA

5.1. Čuvanje eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima

Sva eksplozivna sredstva, od proizvodnje do utroška ili obnavljanja, najdulje se nalaze na čuvanju u skladišnim objektima koja ispunjuju uvjete. To je razdoblje prilično dugo za većinu eksplozivnih sredstava i iznosi od pet do pedeset, pa i više godina.

Duljina vremena u kojemu su eksplozivna sredstva na čuvanju, ovisi o mnogim čimbenicima, a osnovni su:

- vrsta i kakvoća materijala od kojega su napravljeni pojedini dijelovi eksplozivnih sredstava (barutni naboji, upaljači, kapsule, pripale, eksploziv)
- rješenja ustrojstva eksplozivnih sredstava
- smještajni uvjeti eksplozivnih sredstava, posebice temperatura i vlaga
- primjena uputa o pravilnu razmještau eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima
- primjena uputa o rukovanju eksplozivnim sredstvima i njihovu održavanju.

Eksplozivna se sredstva čuvaju u namjenskim skladišnim objektima, nenamjenskim objektima (tvorničke hale, tvornička skladišta, garaže, podrumi), u tajnim skladištima (uređena skladišta, pećine, uvale, napuštene kuće) i u priručnim prostorijama te na otvorenom prostoru. (slika 10.)



Slika 10. Čuvanje eksplozivnih sredstava [3]

Osnovna uputa koja se mora primjenjivati tijekom skladištenja i čuvanja eksplozivnih sredstava dulje vrijeme, jest o mjerama pirotehničke sigurnosti, a to su:

- preventivne mjere pirotehničke sigurnosti
- ograničujuće mjere pirotehničke sigurnosti i
- posebne mjere pirotehničke sigurnosti.

5.2. Čuvanje eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru

Ovisno o okolnostima eksplozivna se sredstva nakon odobrenja ovlaštenih mogu smjestiti i na otvorenu prostoru izvan skladišnih objekata, i to:

- na svim utovarnim ili istovarnim mjestima
- kad je skladišni prostor nedostatan
- u svim slučajevima kada to okolnosti zahtijevaju.

Razdoblje čuvanja eksplozivnih sredstava na otvorenu prostoru mora biti što kraće jer smještajni uvjeti mogu nepovoljno utjecati na njihovu kakvoću i vijek trajanja.

Bez obzira na to gdje se eksplozivna sredstva čuvaju, moraju se obvezatno poduzeti mjere zaštite od utjecaja vlage, neprijateljskog uništenja i prijenosa detonacije na preostale količine.

5.3. Čuvanje eksplozivnih sredstava u prijenosnom spremniku (kontejneru)

Za potrebe uništavanja pronađenih mina i neeksplozivnih granata pri razminiranju određenog područja, u neposrednoj blizini radilišta firme moraju osigurati odgovarajuće skladište za smještaj i čuvanje određene vrste i količine eksplozivnih sredstava.


Za privremeni smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava u neposrednoj blizini radilišta za razminiranje firme mogu osigurati sljedeće vrste skladišta:

- skladišni objekt eksplozivnih sredstava (zidani namjenski ili nenamjenski) i
- prijenosni spremnik (kontejner) jedan ili više njih. (slika 11.)



Slika 11. Više prijenosnih spremnika (kontejnera) na jednoj lokaciji [3]

Hrvatski centar za razminiranje izradio je i propisao posebnu tiskanicu o evidenciju skladišta eksploziva. (slika 12.)

PODACI O IZVRŠENJU POSLOVA RAZMINIRANJA					Obrazac PO - SE				
									
Datum:		Osoba odgovorna za točnost podataka:							
Red. br.	Lokacija skladišta eksplozivnih tvari	Vrsta skladišta	Osoba odgovorna za skladište	U vlasništvu	U zakupu (od koga)	Datum valjanosti ugovora o zakupu			Napomena
						dan	mj.	god	
		skladišni objekt							
		Prijenosni spremnik (kontejner)							

Slika 12. Obrazac PO-SE HCR-a

6. MJERE SIGURNOSTI I ZAŠTITE PRI ČUVANJU EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA

Na temelju znanstvenih istraživanja i raščlambi posljedica nakon neželjene eksplozije zaliha eksplozivnih sredstava za vrijeme čuvanja u skladišnim objektima, na otvorenom prostoru ili u specijalnim kontejnerima, danas se redovito propisuju i poduzimaju mjere sigurnosti i zaštite kako za osobe koje rukuju tim sredstvima tako i susjedne objekte i okoliš.

Poznavanje značajki uskladištenih eksplozivnih sredstava, posljedice koje mogu nastati pri njihovoj neplaniranoj eksploziji i poduzete mjere sigurnosti i zaštite pri skladištenju i njihovom čuvanju, mnogo je značajno i za same vatrogasce pri njihovoj intervenciji.

6.1. Mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima

Osnovne mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima su sljedeće:

- odabir mjesta za isgradnju skladišta eksplozivnih sredstava
- odabir mjesta za izgradnju skladišnih objekata unutar zone skladišta eksplozivnih sredstava
- izgradnja tipskih skladišnih objekata za čuvanje većih zaliha eksplozivnih sredstava
- popuna i stručna osposobljenost djelatnika koji rade u skladištu eksplozivnih sredstava
- poznavanje i poštivanje svih važećih propisa o radu s eksplozivnim sredstvima pri izvršavanju bilo koje zadaće u skladišnom objektu i/ili skladištu
- propisno i redovito izvršavanje zadaća u skladištu eksplozivnih sredstava, kako osnovnih tako i dopunskih:
 - skladištenje pričuve eksplozivnih sredstava
 - čuvanje pričuve eksplozivnih sredstava
 - održavanje pričuve eksplozivnih sredstava
 - praćenje stanja (kakvosno i količinsko) eksplozivnih sredstava
 - opskrba potrošača i prodaja

- preventivni vizualni pregled eksplozivnih sredstava
- strogo poštivanje kriterija razmještaja nakon primitka određene vrste eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima:
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine opasnosti eksplozivnih sredstava
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju skupine spojivosti eksplozivnih sredstava
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju slobodnoga skladišnog prostora
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju pirotehničke sigurnosne udaljenosti
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju zahtjeva za većom raspršenosti
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene opterećenosti poda
 - razmještaj eksplozivnih sredstava po skladišnim objektima na temelju dopuštene visine stokiranja.
- redovito praćenje kvalitete i provedba svih propisanih radnji i procesa održavanja eksplozivnih sredstava za vrijeme njihovog čuvanja u objektima od primitka do utroška ili otpisa i uništenja
- propisivanje, osiguranje i provedba svih mjera zaštite od požara u skladištu eksplozivnih sredstava:
 - pri izgradnji skladišnih objekata treba zadovoljiti propisane norme graditeljske, tehničke, protupožarne i higijensko-tehničke zaštite
 - izraditi elaborat protupožarne zaštite
 - motorna vozila i sredstva integralnog prijevoza trebaju biti opremljena protiv statičkog elektriciteta
 - električna instalacija treba biti ukopana i postavljena u sigurnosnoj izvedbi
 - skladišni krug, posebice oko skladišnih objekata, uvijek treba biti čist od suhe trave i drugih gorivih materijala
 - u neposrednoj blizini skladišta i skladišnih objekata treba biti osiguran izvor vode dovoljnog kapaciteta za gašenje požara i/ili sprječavanje širenja požara prema objektima sa eksplozivnim sredstvima

- izgrađena vanjska hidrantska mreža i redovito održavana glede njene sigurne funkcije u potrebitom trenutku
- na određenim radnim mjestima, u skladu s procjenom požarne ugroženosti, instaliran stabilni sustav za gašenje požara s automatskim radom (npr. u prostoriji za vađenje baruta iz čahura metaka, stabilni sustav FM-200 ili Novec 1230)
- pri rukovanju eksplozivnim sredstvima, tijekom noći, obavezno koristiti reflektore i akumulatorske svjetiljke u sigurnosnoj S-izvedbi
- uzemljenje i gromobransku instalaciju na objektima redovito provjeravati jedanput godišnje i nakon udara groma, poplave ili potresa
- pri izvedbi termičkih radova u skladišnom objektu isti mora biti potpuno prazan, a na mjestu radova dovoljan broj vatrogasaca pripremljenih za trenutačnu intervenciju
- svaki skladišni objekt i protupožarni ormarić mora biti kompletno opremljen vatrogasnom opremom prema Normi pripadanja
- redovito praćenje poštivanja požarnopreventivnih mjera u skladišnim objektima, lokaciji cijeloga skladišta i sigurnosnog pojasa oko cijele zone skladišta eksplozivnih sredstava
- itd.
- propisno funkcioniranje stražarske i prijavne službe, te službe dežurstva u skladištu
- ugradnja i redovito održavanje tehničkih pomagala za osiguranje objekata
 - sustav za video-nadzor
 - sustav za nadzor pristupa (nadzemni i/ili podzemni)
 - vatrodjavni sustav određene vrste, u određenim objektima i prostorijama
 - protuprovalni sustav
 - kontrolni sustav za dopušteni ulazak u skladišni objekt sa eksplozivnim sredstvima
 - sustav reflektora za osvjetljenje noću, u sprezi s video-nadzorom
- izgradnja propisane gromobranske zaštite na svakom skladišnom objektu sa eksplozivnim sredstvima
- osiguranje uvjeta za poštivanje mjera zaštite na radu, sanitetske mjere i mjere zaštite okoliša
- itd.

6.1.1. Izračun sigurnosne udaljenosti kao mjera sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima

Sigurnosne udaljenosti i pojasi koji se prema njima određuju, osnovni su pokazatelj pri izradi prostornih planova i urbanizaciji pojedinih kompleksa i jedna od osnovnih mjera sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima. Određene su sljedeće sigurnosne udaljenosti:

- sigurnosno-detonacijska udaljenost
- sigurnosno-požarna udaljenost
- sigurnosna udaljenost zračnoga udarnog vala
- sigurnosno-seizmička udaljenost
- sigurnosna udaljenost od razlijetanja fragmenata i krhotina
- pojas lijevka. [1]

a) Sigurnosno-detonacijska udaljenost

Sigurnosno-detonacijska udaljenost mora biti većeg polumjera od pojasa sigurnosno-požarne udaljenosti i određuje se prema formuli:

$$D = k_d \times \sqrt[3]{P} \quad (\text{m})$$

u kojoj je: k_d – koeficijent sigurnosti ovisan o brizantnosti eksplozivne tvari u eksplozivnom sredstvu i okolnostima detonacije (položaju donatora i akceptora u sustavu).

Sigurnosno-detonacijska je udaljenost veoma važna pri određivanju mikrolokacije proizvodnih objekata i njihove unutarnje i vanjske sigurnosne udaljenosti, ovisno o postojećim tehnološkim procesima u poduzeću.

Za proračun sigurnosno-detonacijske udaljenosti mjerodavan je skladišni objekt ili prostor s većom neto masom čistog eksploziva.

b) Sigurnosno-požarna udaljenost

Eksplozivna sredstva nakon iniciranja daju egzotermne reakcije, koje se definiraju kao izgaranje ili eksplozija – detonacija. Požar je najčešće posljedica eksplozije, ali se požarom također može izazvati eksplozija – detonacija eksplozivnih sredstava. Izgaranje je karakteristična

pojava za barut. Proces gorenja baruta teče razmjerno brzo uz oslobađanje topline, koja u određenu trenutku može prijeći u eksploziju – detonaciju ako barut izgara u zatvorenu (stiješnjenu) prostoru.

Prilikom izgaranja baruta kalorični su učinci razmjerno veliki i ovise o više čimbenika:

- vrsti i granulaciji baruta
- obliku stoka baruta i njegovoj ukupnoj masi
- konstrukciji skladišnog objekta, koja također može pridonijeti zatvorenosti prostora u kojemu barut izgara.

Neka istraživanja obavljena u inozemstvu za vrijeme gorenja više tona topničkog baruta i baruta za pješačko strjeljivo (do 60 t baruta u bačvama) u skladišnom objektu omogućila su mjerenje temperature na visini 1.5 m od tla na različitim udaljenostima od skladišnog objekta, u smjeru otvora na objektu. Rezultati su pokazali da je:

na 10 m od objekta 850 do 900 °C

na 40 m od objekta 150 do 190 °C

na 60 m od objekta 25 do 50 °C.

Odjeća za zaštitu od topline mora imati sposobnost ograničavanja ozljeda tijela na opekline prvog stupnja (1.26 W/cm^2 , pri čemu čovjek pokušava izmaknuti vatri) kada se zapali maksimalna količina zapaljive tvari koja se upotrebljava u operaciji. Odabrana zaštitna oprema mora osiguravati zaštitu od udisanja vrućih i toksičnih para kada je procjena opasnosti pokazala da se to očekuje u stvarnosti.

Pod utjecajem toplinskog zračenja vrućih plinova mogu nastati požari na objektima skladišta ili okolnim objektima. Sigurnosno-požarna udaljenost mora biti veća od udaljenosti – pojasa paljenja, koji se određuje prema formuli:

$$D_z = k_z \times \sqrt[3]{P} \quad (\text{m})$$

u kojoj je: D_z – maksimalna udaljenost paljenja mjerena od središta naboja do krajnje granice širenja zapaljivog djelovanja detonacije (za TNT koeficijent $k_z = 2.4$), kada se može očekivati najveći polumjer zapaljivog djelovanja zračnoga udarnog vala prilikom detonacije eksplozivne tvari u zraku.

Za sve požare koji planu u blizini streljiva ili eksploziva, moraju se odmah poduzeti mjere dojave i početi gašenje svim raspoloživim sredstvima ne čekajući na posebne upute i zapovijedi. Ako požar obuhvati eksplozivna sredstva (streljivo, minsko-eksplozivna sredstva, eksploziv) ili dovodi toplinu na eksplozivna sredstva i/ili eksplozivne tvari, ili ako je požar toliko velik da se ne može ugasiti raspoloživom opremom, sve osoblje koje je zatečeno, mora se odmah evakuirati i skloniti na sigurno mjesto.

Osoblje koje gasi požar koji je zahvatio eksplozivna sredstva, mora biti u cijelosti obaviješteno o specifičnim reakcijama streljiva, minsko-eksplozivnih sredstava i eksploziva koji su izvrgnuti toplini ili požaru. Danas se to čini postavljanjem **simbola požarnih skupina** (slika 13.) ispred skladišnog objekta u kojem se dugoročno čuvaju eksplozivna sredstva okrenutim prema prilaznom putu.



Slika 13. Simboli požarnih skupina eksplozivnih sredstava

U tablici 6. prikazano je značenje određenog simbola požarne skupine odnosno skupine opasnosti eksplozivnih sredstava koje se čuvaju u skladišnom objektu ispred kojeg se nalazi odgovarajući simbol požarne skupine.

Tablica 6. Značenje simbola požarne skupine [3]

Požarna skupina	Skupina opasnosti eksplozivnih sredstava
1	1.1
2	1.2
3	1.3
4	1.4

Požarna skupina eksplozivnih sredstava 1:

Požar kod ove skupine eksplozivnih sredstava (ES) suzbija se tijekom razvojne faze svim dostupnim sredstvima i bez čekanja naročitih instrukcija i zapovijedi.

Ako se, tijekom razvojne faze, požar ne može kontrolirati, mjesto požara se odmah evakuira. Uglavnom, ES koja nemaju svoja sredstva inicijacije mogu biti izložena vatri nekoliko minuta prije nego što eksplodiraju. Inicijalne kapsule, upaljači, barutna punjenja i raketni motori izuzetno su osjetljivi na požar. Potpuno razvijen požar ove skupine ES se ne suzbija. Ako vatrogasci ne mogu suzbiti požar, moraju se udaljiti na zaštićenu lokaciju i ako je moguće oni bi trebali suzbijati širenje požara. Ako nema zaštićene lokacije, vatrogasce treba povući na dovoljnu udaljenu lokaciju. Preporučuje se udaljenost kao što je od radionica za eksploziv ($K_z=1.9$). Nakon eksplozije vatrogasci mogu prići mjestu požara samo ako su ES potpuno uništena u eksploziji (masovnoj eksploziji) tako da još uvijek gore samo ostaci.

Požarna skupina ES 2:

Požar koji obuhvata elemente ove požarne skupine ES suzbija se odmah tijekom razvojne faze svim dostupnim sredstvima i bez čekanja naročitih instrukcija.

ES pri požaru Klase 2 ne eksplodiraju odmah pošto je zahvati požar. Obično se eksplozije kod ovih požara mogu očekivati tek nakon što se ES zagriju određeno duže vrijeme (10 do 40 minuta). Ako se takav požar ne može ugasiti prije nego što se mogu očekivati prve eksplozije, mjesto požara se napušta te se nastojanja u pogledu suzbijanja požara koncentriraju na sprječavanje širenja požara. Požar se može suzbijati sa obližnje zaštićene lokacije ukoliko na toj lokaciji postoji zaštita od fragmenata i projektila.

Potpuno razvijen požar se ne suzbija. Gašenje požara se ograničava na zaštitu okoline. Ako ne postoji adekvatna zaštićena lokacija, vatrogasci se povlače s mjesta požara na dovoljno udaljenu lokaciju. Preporučuje se udaljenost kao što je razdaljina od radionica za eksploziv ($K_z=1.9$). Vatrogasna oprema se održava u pripravnosti na zaštićenoj lokaciji. Na to mjesto, kada se evakuira, ne smije se ući ponovo sve dok požar traje, čak ni u cilju izviđanja.

Požarna skupina ES 3:

Požar ove požarne skupine ES suzbija se odmah tijekom razvojne faze svim dostupnim sredstvima bez čekanja naročitih instrukcija.

Ukoliko se, u razvojnoj fazi, požar ne može kontrolirati, mjesto požara se odmah evakuira. Potpuno razvijeni požar se ne suzbija sa male udaljenosti zbog opasnosti od eksplozije i velike topline. Ako nema zaštićene lokacija, vatrogasci se povlače sa mjesta požara na dovoljno udaljenu lokaciju. Preporučuje se udaljenost kao što je udaljenost od radionica za eksploziv ($K_z=1.9$). Gašenje požara se ograničava na suzbijanje proširenih požara kako bi se spriječilo dalje širenje. Kad god je to praktično moguće, požar se treba suzbijati sa položaja iza zaštićenih lokacija.





Požarna skupina ES 4:

Požari koji obuhvaćaju ES ove skupine suzbijaju se u svim slučajevima i svim dostupnim sredstvima. Poslije požara vatrogasci ne bi se trebali približavati mjestu požara na manjoj udaljenosti od 25 m. Poslije dužeg perioda ES mogu eksplodirati povremeno. Radi zaštite od fragmenata i projektila vatrogasci trebaju suzbijati požar sa zaštićene lokacije.

Osoblje zaduženo za gašenje požara mora biti obaviješteno prije nego što se približi mjestu požara. Treba ih obavijestiti o poznatim opasnostima i okolnostima na mjestu požara prije nego što ga počnu gasiti.

Sve se nepotrebno osoblje mora skloniti s mjesta požara na udaljenost koja osigurava odgovarajuću zaštitu. Najmanje dopuštene udaljenosti za sklanjanje ljudstva prikazane su u tablici 7. Postupak gašenja požara koji je zahvatio eksplozivna sredstva, mora biti sukladan s njihovom klasifikacijom u protupožarne skupine, ovisno o fazi požara i proceduri definiranoj u protupožarnom elaboratu. [3]

Tablica 7. Sigurnosne udaljenosti za sklanjanje ljudstva na temelju požarnih simbola

Požarni simbol	Udaljenost za sklanjanje ljudstva (m)	Posebni zahtjevi
	600	Za količine veće od 45 t koristiti se udaljenošću za stambene zgrade.
	550	
	180	Za količine veće od 10 t koristiti se udaljenošću za stambene zgrade.
	90	

Eksplozivna sredstva koja sadrže i eksplozivne i kemijske tvari (tablica 8.) zahtijevaju da se pri gašenju požara poduzmu i posebne sigurnosne mjere.

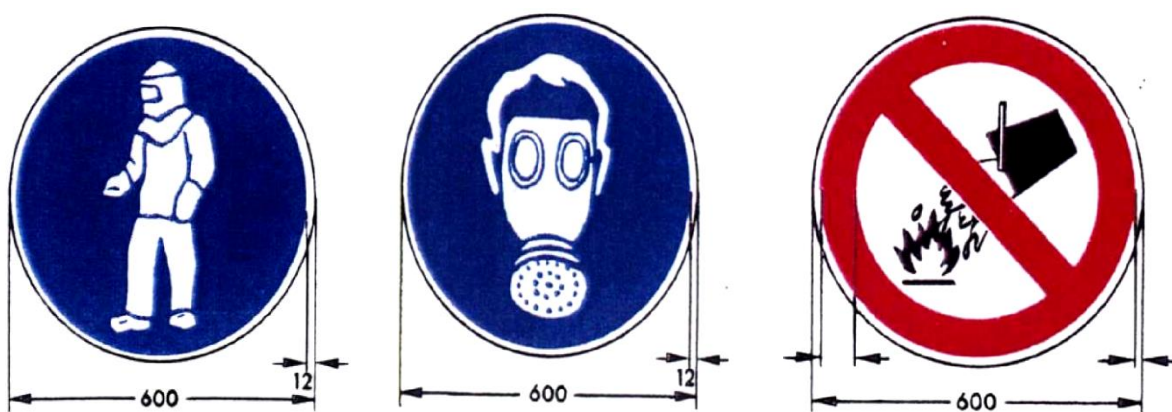
Tablica 8. Kemijska eksplozivna sredstva

Kemijska ES	Skupina spojitosti	Komplet zaštitne odjeće			Aparat za disanje	Zabranjena uporaba vode
		broj 1	broj 2	broj 3		
1	2	3	4	5	6	7
Otrovni agensi *	K		X			
Suzavac, O-klorobenzol	G		X			
Dim, titanijev tetraklorid	G		X			
Dim, sumporni trioksid, klorosulfonska otopina	G		X			

Dim, Al-Zn oksidheksaklorethan	G				X	X
Bijeli fosfor	H			X		
Plastificirani bijeli fosfor	H			X		
Termit ili termat	G				X	X
Pirotehničke mješavine	G				X	X
Kalcijev fosfid	L				X	X
Signalni dim	G				X	
Izobutil metahrilat s uljem	J				X	
Napalm	J				X	
Trietilaluminij	K			X		X

* Otrovni agensi bez eksplozivnih sastavnica koji bi normalno bili dodijeljeni skupini opasnosti 1.3., mogu se uskladištiti i čuvati kao spojiva skupina K.

Simboli kemijskih opasnosti (slika 14.) postavljaju se u blizini skladišnog objekta u kojem se dugoročno čuvaju eksplozivna sredstva koja sadrže i eksplozivne i kemijske tvari.



Simbol 1

Simbol 2

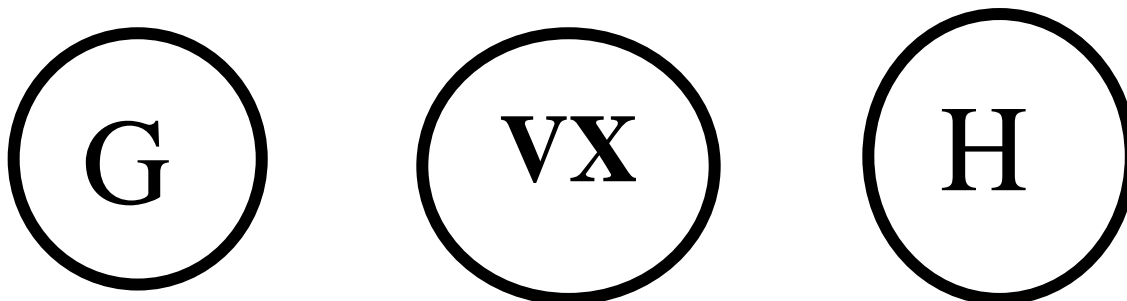
Simbol 3

Slika 14. Simboli kemijskih opasnosti

simbol 1 – nositi komplet zaštitne opreme; simbol 2 – nositi aparat za disanje;

simbol 3 – zabranjena primjena vode

Dopunski simboli kemijskih opasnosti (slika 15.) postavljaju se u blizini skladišnog objekta u kojem se dugoročno čuvaju eksplozivna sredstva koja sadrže i eksplozivne i kemijske tvari.



Slika 15. Dopunski simboli kemijske opasnosti.

G – vrsta (tip) nervnih agenasa; VX – nervni agensi; H – vrsta – mestard (iperit) agensi

Ta vrsta eksplozivnih sredstava može pripadati različitim požarnim skupinama ovisno o vrsti i količini eksploziva. Protiv požara koji zahvaća eksplozivna sredstva koja sadrže i eksplozive i kemijske tvari (agense), mora se boriti sukladno značajkama njegove požarne skupine, ali se moraju poznavati i dodatne opasnosti koje su rezultat utjecaja kemijskih agenasa i povezanih posebnih mjera koje se zahtijevaju u borbi protiv takvih požara, na primjer požari dimnog streljiva s bijelim fosforom.

Posebni propisi za borbu protiv požara, uključujući udaljenosti i vrijeme povlačenja ljudstva, koji odgovaraju različitim simbolima, moraju se propisati u protupožarnom elaboratu u skladu s potrebama i prilikama mjesta na kojemu se eksplozivna sredstva nalaze.

Eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti 1.3. imaju obilježje burnoga gorenja, s malom mogućnosti ili bez mogućnosti gašenja nastalog požara u skladišnom objektu. Eksplozija je ograničena na pucanje jedinica pakiranja zbog tlaka i ne će prouzrokovati stvaranje ni širenje udarnih valova ili nadtlaka koji oštećuje okolne skladišne objekte na izračunanoj sigurnosnoj udaljenosti za uskladištena eksplozivna sredstva iz ove skupine opasnosti. Velika je opasnost od širenja požara kao posljedice razbacivanja upaljenih tvari iz jedinice pakiranja, raketnoga goriva ili drugih užarenih komada.

Izračunavanje sigurnosno-požarne udaljenosti obavlja se na sljedeći način:

- za sigurnosno-požarnu udaljenost do nastanjenih zgrada i javnih prometnica prema formuli $D = 2.8 \times \sqrt[3]{P}$, gdje je P neto masa eksplozivnih tvari u kilogramima (baruta,

goriva za raketne motore, pirotehničkih mješavina) koje u konkretnom slučaju sudjeluju u snažnom požaru

- za sigurnosno-požarnu udaljenost do delaboračnice, objekata za stanovanje i rad ljudstva koje opslužuje ili osigurava skladišni kompleks te skladišnih objekata vrste M i S, prema formuli $D = 1.9 \times \sqrt[3]{P}$, gdje je P neto masa eksplozivnih tvari u kilogramima koje u konkretnom slučaju sudjeluju u snažnom požaru.

Skladišni objekti vrste U mogu biti iskorišteni do svojih fizičkih kapaciteta za eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti 1.3., a sigurnosno-požarna se udaljenost za njih ne izračunava.

Eksplozivna su sredstva iz skupine opasnosti 1.4. određena opasnost od požara, ali ne i opasnost od eksplozije i praktički nikakva opasnost od fragmenata i trovanja izvan pojasa opasnosti od požara, koji se na uobičajen način određuje za tvari s visokim rizikom.

Eksplozivna sredstva koja sadrže do 3 g eksploziva, razvrstana na osnovi rezultata pokusa (eksperimenta) kao 1.4.S, mogu se smatrati inertnim za potrebe skladištenja, čuvanja i prijevoza. Eksplozivna sredstva koja sadrže veće količine eksploziva a razvrstana su u klasifikacijsku skupinu 1.4.S, mogu se smatrati inertnim za potrebe skladištenja i čuvanja, a za potrebe su prijevoza potrebna dodatna razmatranja sa svrhom tretiranja (razvrstavanja) u inertnu skupinu ili ne.

Sigurnosna udaljenost za eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti 1.4. do nastanjenih zgrada, javnih prometnica, delaboračnice i objekata lako zapaljive konstrukcije za stanovanje i rad ljudstva koje opslužuje ili osigurava skladišni kompleks, dalekovoda te nadzemnih skladišnih objekata zapaljive konstrukcije iznosi minimalno $D = 30$ m.

Sigurnosna udaljenost za eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti 1.4. do delaboračnice i objekata nezapaljive konstrukcije za stanovanje i rad ljudi koji opslužuju ili osiguravaju kompleks nadzemnih skladišnih objekata nezapaljive konstrukcije, iznosi minimalno $D = 15$ m.

Skladišni objekti vrste U mogu biti iskorišteni do svojih fizičkih kapaciteta za eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti 1.4., a sigurnosne se udaljenosti ne izračunavaju.

Povijest nesreća koje su se dogodile tijekom rada eksplozivnim sredstvima, upozorava na nekoliko čestih opasnosti koje su u manjoj ili većoj mjeri prisutne u svakom pirotehničkom okruženju. Stupanj zaštite od njih upravo je toliko koliko se one i njihove posljedice poznaju. U nizu mogućih opasnosti najvažnije su sljedeće:

- opasnost od požara
- opasnost od eksplozije
- opasnost od trovanja
- opasnost od različitih događaja
- opasnost od navike.

Opasnost od požara može postojati u pirotehničkom okružju i izvan njega. Najosjetljiviji su svakako prostori u kojima se radi otvorenim eksplozivnim i pirotehničkim tvarima (radionice u kojima se obavlja laboracija ili sastavljanje i delaboracija ili rastavljanje, pogoni za proizvodnju eksploziva, posebice oni u kojima se proizvode crni barut i pirotehničke mješavine).

Najizravniji su izvori opasnosti od eksplozije eksplozivna sredstva kojima se na određenu mjestu radi. U nekim slučajevima osim eksplozivnih sredstava u prostoru mogu biti i određene količine zapaljivih plinova ili osjetljive prašine ako prostor nije opremljen odgovarajućim uređajima za ventilaciju. Navedeni plinovi i prašina (pare organskih otapala, drveni ugljen, magnezij i aluminij u prahu), ako su u najpovoljnijem odnosu pomiješani sa zrakom, također mogu detonirati zbog najmanje iskre ili plamena.

Nepredviđene eksplozije mogu biti izazvane:

- požarom
- izrazitom nemarnosti, nespretnosti ili namjerno
- neznanjem
- samoeksplozijom.

Samoeksplozija se može dogoditi na više načina: električnim pražnjenjem u atmosferi bogatoj osjetljivom prašinom ili plinskom mješavinom, statičkim elektricitetom, preko detonatorske kapsule, egzotermnim samorazlaganjem eksploziva (malodimni baruti).

c) Sigurnosna udaljenost zračnoga udarnog vala

U svim se slučajevima detonacije eksploziva rušeći učinci manifestiraju i na većim udaljenostima zbog širenja udarnog vala kroz okolnu sredinu (zrak, tlo, vodu), i to radijalno od središta eksplozije. Učinak je zračnoga udarnog vala posljedica diskontinuiteta tlaka. Ta fizička promjena oštećuje konstrukcije i ugrožava živa bića, a može prouzrokovati eksploziju i susjednog stoka eksplozivnih sredstava i eksploziva ovisno o udaljenosti od središta eksplozije.

Razorni učinak zračnoga udarnog vala uglavnom ovisi o osjetljivosti ili otpornosti šticećenih objekata, njihovu razmješćaju, konfiguraciji tla, udaljenosti od mjesta eksplozije i nizu drugih čimbenika.

Izračunavanje sigurnosne udaljenosti od zračnoga udarnog vala temelji se na sljedećoj općoj formuli:

$$D = k \times \sqrt[3]{P} \quad (\text{m})$$

gdje je D = sigurnosna udaljenost u metrima; k = koeficijent sigurnosti kojem vrijednost ovisi o vrsti objekta do kojeg se određuje udaljenost i dopušćeni stupanj oštećenja; P = neto masa čistog eksploziva (kg).

Kada nema propisanih zašćitnih zemljanih nasipa oko skladišćnih objekata ili stokova eksplozivnih sredstava na otvorenu prostoru, sigurnosna se udaljenost povećava 50 %, odnosno definira formulom (ako nije već drukćije definirano):

$$D = 3/2 \times k \times \sqrt[3]{P} \quad (\text{m}).$$

Izračunavanje najveće dopušćene neto mase čistog eksploziva koja se smije uskladišććiti i čuvati u jednom skladišćnom objektu ili stoku na otvorenu prostoru, definira se formulom:

$$P = (D/k)^3 \text{ (kg)},$$

ako ima zašćitni zemljani nasip. Ako pak nema zašćitnoga zemljanoga nasipa ili brda propisane velićine, tada se izračunava formulom:

$$P = (2D/3k)^3 \text{ (kg)}.$$

Neto masa čistog eksploziva (NMČE) za jedan metak, odnosno jedno eksplozivno sredstvo, izračunava se formulom:

$$P = A \times 1 + B \times 1/2 + C \times 1 \text{ (kg)}$$

u kojoj je: P - neto masa čistog eksploziva u eksplozivnom sredstvu; A – masa brizantnog eksploziva u eksplozivnom sredstvu; B – masa barutnog naboja u eksplozivnom sredstvu; C – masa crnog baruta u eksplozivnom sredstvu (pripala)

d) Sigurnosna udaljenost od razlijetanja fragmenata i krhotina

Osim zračnoga udarnog vala i ostalih procesa koji se pojavljuju pri detonaciji, javlja se i razlijetanje fragmenata projektila, ostalih dijelova projektila, dijelova pakiranja eksplozivnih sredstava i krhotina skladišnih objekata sa zaštitom. Svi ti dijelovi poneseni tlakom zračnoga udarnog vala dobivaju znatno ubrzanje i domet. Zbog vrtložnoga kretanja fragmenti će biti razneseni na sve strane i imat će brišuću, ubacnu i okomitu putanju. Let se fragmenata može točno definirati na osnovi zakona vanjske balistike i odgovarajućeg proračuna.

Prilikom detonacije fragmenti poprimaju i određenu temperaturu te svojom toplinom ili udarom mogu izazvati požar i/ili detonaciju eksplozivnih sredstava u susjednim objektima, posredno ili neposredno. Ta pojava najčešće uzrokuje uništavanje više skladišnih objekata ili cijeloga skladišta s eksplozivnim sredstvima te objekata koji se nalaze izvan skladišnog područja, u neposrednoj ili daljoj okolini.

Fragmenti opasni za živu silu (ljude) jesu oni koji raspolažu minimalno potrebnom ubitačnom energijom – energijom udara od 79 J, a fragmenti opasni za ostala sredstva i instalacije razlikuju se prema razini minimalno potrebne kinetičke energije ovisno o otpornosti i osjetljivosti štićenog objekta ili sredstva.

Najmanja je udaljenost za zaštitu od opasnih fragmenata udaljenost na kojoj fragmenti, uključujući i komade i krhotine dijelova konstrukcije skladišnog objekta ili procesne opreme, ne će prijeći opasnu gustoću fragmenata koja iznosi jedan opasni fragment na 55 m².

Sigurnosna se udaljenost od razlijetanja fragmenata i krhotina ne izračunava za eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti 1.2., nego se primjenjuju podatci o doletu opasnih fragmenata i krhotina koji se utvrđuju pri eksperimentalnom određivanju skupine opasnosti.

6.1.2. Pirotehničke mjere sigurnosti kao mjera sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima

Osnovne mjere pirotehničke sigurnosti pri čuvanju pričuve eksplozivnih sredstava su sljedeće: [3]

- preventivne mjere pirotehničke sigurnosti
- ograničavajuće mjere pirotehničke sigurnosti i
- posebne mjere pirotehničke sigurnosti.

a) Preventivne mjere pirotehničke sigurnosti

U njih spadaju:

- izobrazba osoba za rad eksplozivnim sredstvima
- uporaba zaštitne opreme, pribora, odjeće, obuće i odgovarajućeg alata
- uporaba propisane mehanizacije i prijevoznih sredstava
- odabir ljudstva za rad eksplozivnim sredstvima
- ispravnost objekata i instalacija
- zaštita od prirodnih izvora opasnosti (munja, oluja, poplava)
- pravodoban i potpun nadzor
- propisivanje i gradnja zapreka na mogućem putu udarnog vala tijekom iznenadne eksplozije (zaštitni zemljani nasipi, usjeci, stokovi strjeljiva za naoružanje pješništva kao zapreka prijenosu udarnog vala)
- na svakom radnom mjestu može se nalaziti samo tehnološkim postupkom određen broj djelatnika
- zabranjena je svaka samovolja, promjena radnih mjesta, te kretanje po radilištu bez znanja i dopuštenja rukovoditelja radova
- pušenje i uporaba otvorenog plamena unutar zone rada nije dozvoljeno
- zabranjuje se rad s ES u slučaju većih vremenskih nepogoda
- itd.

b) Ograničavajuće mjere pirotehničke sigurnosti

U njih spadaju:

- izbor pogodnih skladišnih objekata i mjesta za stokove eksplozivnih sredstava
- određivanje najveće dopuštene neto mase čistog eksploziva koja se može čuvati na određenu prostoru (skladišni objekt, prijevozno sredstvo, radno mjesto)

- izdvajanje i posebno smještanje eksplozivnih sredstava koja znače povećanu opasnost
- određivanje sigurnosne udaljenosti od drugih objekata iz okružja (naselja, stambeni i javni objekti, komunikacije, tvornice, skladišni objekti eksplozivnih sredstava)
- određivanje vrsta eksplozivnih sredstava koja se mogu zajedno čuvati
- određivanje dopuštena broja osoba koje mogu biti nazočne na određenu prostoru (tijekom rukovanja, remonta, nadzorno-tehničkog pregleda).

c) Posebne mjere pirotehničke sigurnosti

U njih spadaju:

- organiziranje i provedba zdravstvenog osiguranja
- organiziranje i provedba protupožarne zaštite
- organiziranje i provedba mjera zaštite na radu
- organiziranje i provedba mjera zaštite okoliša
- osposobljavanje djelatnika za postupak u slučaju nastanka izvanrednog događaja
- organiziranje i provedba sustava veze i dojave (signalizacije)
- organiziranje i provedba stražarskog osiguranja.

6.1.3. Čuvanje eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima kao mjera sigurnosti i zaštite

Radi sprječavanja neželjene eksplozije eksplozivnih sredstava uvijek se moraju poštovati svi normativi, uvjeti i zahtjevi za projektiranje, izvedbu, uporabu i održavanje električnih postrojenja, uređaja, sklopova i instalacija u prostorijama u kojima se radi eksplozivnim sredstvima ili u kojima se čuvaju. Posebice se moraju poštovati mjerila i zahtjevi za odabir protueksplozijske zaštite električnih uređaja, sklopova, alata, mehanizacije. Iznimka su posebno opasni eksplozivi, kakvi su nitroglicerini, neflegmatizirani heksogen, sirovine malodimnih i crnih baruta, za koje je nužno provesti posebnu raščlambu.

Prostorije u kojima se skladište eksplozivna sredstva (streljivo, minsko-eksplozivna sredstva, rakete, eksplozivi, baruti) kao gotova roba upakirana u standardno prijevozno

pakiranje, općenito ne pripadaju pojasevima opasnosti u smislu eksplozivne elektrozaštite. Važno je da skladišni objekti, prostorije i ono što se u njima nalazi, ne dođu pod udar požara koji bi mogla izazvati projektirana elektroinstalacija. Eksplozivna sredstva iz skupine opasnosti J i L te sljedeća eksplozivna i lakozapaljiva sredstva: gospodarski eksploziv, sredstva za paljenje eksploziva, pirotehnički proizvodi, eksplozivne i lakozapaljive sirovine namijenjene za proizvodnju eksploziva i baruta, kruta raketna goriva te sirovine eksploziva i baruta namijenjene za laboraciju (kompletiranje) eksplozivnih sredstava, pripadaju pojasu opasnosti E2.

Da bi se točno odredila skupina pojasa opasnosti, nužno je poznavati svojstva eksplozivnih sredstava i eksploziva. Najmanje što treba znati, jest njihova osjetljivost na toplinu i stabilnost na iskre i toplinu. Pritom se promatraju svojstva eksplozivne tvari, sklopa ili gotova proizvoda u onakvu stanju u kojemu se nalaze na odgovarajućemu mjestu u procesu proizvodnje, laboracije, prijevoza, manipulacije ili skladištenja. Ako su svojstva eksplozivnih sredstava i eksploziva takva da čak i protueksplozijska zaštita za pojase opasnosti E0 ili E1 ne može osigurati odgovarajuću zaštitu, prihvatljivo je bilo koje od sljedećih rješenja: uporaba opreme pod tlakom s pogodnim ograničivanjem temperature, izdvajanje električne opreme od opasne atmosfere ili izolacija elektroopreme iz opasne atmosfere oklopom za zaštitu od para, isparenja ili plinova, pri čemu se njezina površinska temperatura održava na sigurnoj razini.

Sustavu za prijenos električne energije mora se pridati posebna pozornost, odnosno on mora ispunjavati propisane standarde, posebice kada je riječ o primarnoj opskrbi električnom energijom za cjelokupni kompleks eksplozivnog pojasa, o električnim linijama ili vodovima koji opslužuju objekte u kojima se radi eksplozivima i eksplozivnim sredstvima u cjelini, o električnim vodovima za opsluživanje, o sustavu za osvjetljenje opasnog pojasa – prostorije ili skladišnog objekta (linije za raspodjelu električne energije, prekidači, žarulje, utičnice, baterijske svjetiljke).

6.1.4. Gromobranska instalacija na objektima s eksplozivnim sredstvima kao mjera sigurnosti i zaštite

Objekti namijenjeni za razvoj, proizvodnju, ispitivanje, rukovanje, skladištenje, čuvanje, održavanje i delaboraciju eksplozivnih sredstava moraju biti osigurani od slučajnoga atmosferskog pražnjenja elektriciteta odgovarajućom gromobranskom zaštitom.

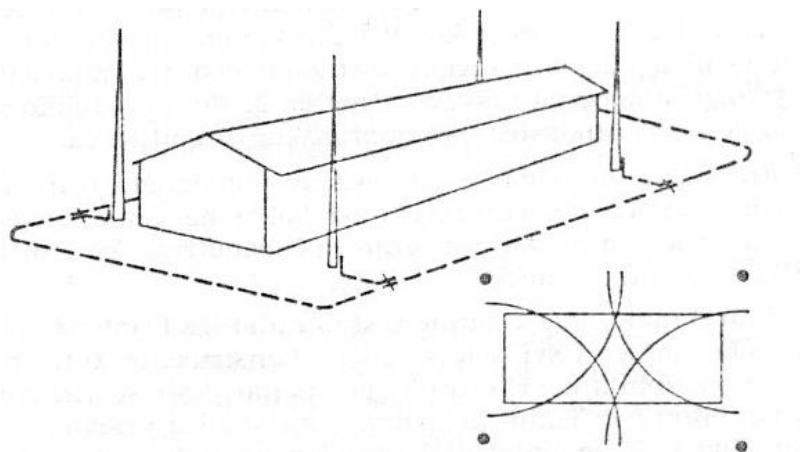
Sustav gromobranske zaštite koji se projektira za skladišne objekte za čuvanje eksplozivnih sredstava, prostorije za remont eksplozivnih sredstava, prostorije za proizvodnju

eksplozivnih sredstava mora se temeljiti na polumjeru djelovanja luka od trideset metara. Za Faradayev se kavez taj polumjer djelovanja ne razmatra.

Za zaštitu objekata u kojima se nalaze eksplozivna sredstva, tri su vrste prihvatljivih sustava gromobranske zaštite, i to:

- sustav s jarbolom
- integralni sustav
- Faradayev kavez i Faradayev štit.

Sustav s jarbolom koristi se jarbolima (slika 16.) za osiguranje primarnih točaka koje privlače pražnjenje munje. Visinom se jarbola mora osigurati da ukupna površina bude u zaštićenom pojasu. Svaki jarbol mora biti udaljen od objekta najmanje 2 m, pri čemu se ta udaljenost povećava za 0.3 m na svaka 3 m visine objekta koji prelazi 15 m.



Slika 16. Sustav gromobranske zaštite s jarbolima

Integralni se sustav sastoji od zašiljenih ili tupih uzemljenih gromobrana najmanje visine 0.6 m koji su ugrađeni u objekt. Vodiči do zemlje moraju biti strogo okomiti bez nepotrebnih prijevaja. Svaki prijevoj mora biti postupan, a njegov promjer mora iznositi najmanje 2.5 m i ne smije prelaziti 90 stupnjeva. Nužno je izvesti pravilno povezivanje radi osiguranja od bočnih munja.

Optimalna je shema zaštite krajnje osjetljivih operacija ili objekata od svih oblika elektromagnetne radijacije zatvaranje objekta ili operacija unutar Faradayeva kaveza. Konstrukcija Faradayeva kaveza veoma se teško izvodi i skupa je te se primjenjuje samo za objekte koji su od bitne važnosti ili kada osjetljive operacije zahtijevaju razinu zaštite koju ta vrsta zaštite jamči. Faradayev kavez osigurava izvanrednu zaštitu od munje.

Učinkovita se gromobranska zaštita može osigurati na sličan način kovnom oblogom, kakva je ona koju tvore čelični svod i šipke za armiranje betonskih krajnjih zidova te podovi kod objekata s čeličnim svodom i čelik za armiranje skladišnih objekata prekrivenih zemljom, napravljenih od armiranog betona.

6.1.5. Tehnička pomagala u skladištu eksplozivnih sredstava kao mjera sigurnosti i zaštite

Najpoznatija i najprimjenjenija tehnička pomagala za osiguranje pričuve eksplozivnih sredstava za vrijeme čuvanje u objektima su: [3]

- gromobranska zaštita
- video – nadzor
- protuprovalni sustavi
- vatrodojavni sustav
- hidrantske mreže (vanjske i unutarnje)
- reflektori i promatračnice
- senzorski kabel oko skladišnog kompleksa
- stražarski psi
- dupla žična ograda, po potrebi minirano između žica
- ukopani, PU i IGLO objekti
- geofoni
- mikrovalna zaštita
- itd.

6.1.6. Uredna skladišna dokumentacija o eksplozivnim sredstvima kao mjera sigurnosti i zaštite

Budući da se radi o čuvanju osjetljivim, opasnim i eksplozivnim sredstvima uredno vođenje propisane skladišne dokumentacije u mnogome doprinosi jačanju mjera sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava. Osnovnu skladišnu dokumentaciju čine: [3]

- elaborat pirotehničke sigurnosti
- lista stokiranja i zbirna lista stokiranja
- karton podataka o ES u objektu
- karton podataka o dopuštenoj NMČE u objektu
- dnevnik radova u objektu i skladištu
- dnevnik ulaska-izlaska u skladištu i objektu
- dnevnik temperature, vlage i provjetravanja
- elaborat PPZ
- planovi održavanja pričuve ES
- predmeti otpisa ES, elaborati održavanja, itd.

6.2. Mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru

Određene, relativno manje, količine eksplozivnih sredstava privremeno se moraju stokirati i čuvati na utovarno-istovarnim mjestima, kad je skladišni prostor nedostatan i u drugim slučajevima kada to okolnosti zahtijevaju.

Pri čuvanju eksplozivnih sredstava u ovim situacijama moraju se poduzimati određene mjere sigurnosti i zaštite. Osnovni cilj ovih mjera je sprječavanje nastanka neželjene eksplozije eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru i ugrožavanje života stanovništva, materijalnih dobara, kuća, luka, željezničkih stanica, prolaznika i okoliša.

U najvećem dijelu sve navedene mjere sigurnosti i zaštite pri rukovanju i čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima vrijede i pri čuvanju eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru.

Kao specifične mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava na otvorenom prostoru su sljedeće:

- pri odabiru terena za smještaj ES na otvorenom prostoru, zemljište treba biti suho, očišćeno od lako zapaljivijih tvari i ravno
- ES smještaju se na podmetače (grdice 20x20 cm)
- stokove sa ES trebaju biti pokriveni radi zaštite od atmosferskih padavina, sunca i sl.
- strogo zabraniti pristup nepozvanim osobama
- osigurati strogo poštivanje mjera pirotehničke sigurnosti i propisa o radu sa eksplozivnim sredstvima.

6.3. Mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u prijenosnim spremnicima (kontejnerima)

Budući da se područja na kojima se obavljaju poslovi razminiranja vrlo često nalaze blizu naseljenih mjesta, obiteljskih kuća, vikendice, državnih i seoskih cesta, pri čuvanju eksplozivnih sredstava u prijenosnim kontejnerima moraju se poduzimati određene mjere sigurnosti i zaštite. Osnovni cilj ovih mjera je sprječavanje nastanka neželjene eksplozije eksplozivnih sredstava u prijenosnom spremniku i ugrožavanje života stanovništva, materijalnih dobara, kuća, prolaznika i okoliša.

U najvećem dijelu sve navedene mjere sigurnosti i zaštite pri rukovanju i čuvanju eksplozivnih sredstava u skladišnim objektima vrijede i pri čuvanju eksplozivnih sredstava u prijenosnim spremnicima (kontejnerima).

Kao specifične mjere sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivnih sredstava u prijenosnim kontejnerima (npr. kontejner tipa PSEM-500) su sljedeće:

- u jednom prijenosnom spremniku (kontejneru) istovremeno se smije čuvati do 500 kg brizantnog eksploziva i 1000 kom detonatorskih kapsula DK-8 ili EDK (u posebnom pretincu kontejnera)
- kontejner treba biti postavljen na čvrstoj podlozi (najbolje betonskoj) i uzemljen

- lokacija kontejnera na sigurnoj udaljenosti od objekata za stanovanje, prometnica, drugog kontejnera sa eksplozivnim sredstvima, itd.
- oko kontejnera mora biti siguran odnosno dovoljno širok zaštitni pojas od eventualnog požara iz okruženja
- kontejner treba biti zaključan i pod stalnim nadzorom u cilju sprječavanja eventualne krađe eksplozivnih sredstava ako se ista u njemu nalaze
- po mogućnosti izraditi zaštitne zemljane nasipe oko kontejnera.

7. ZAKLJUČAK

Potrebe za smanjenjem rizika i ostvarivanjem sigurnog radnog okoliša osnovni su principi sigurnosti i zaštite pri čuvanju eksplozivni sredstava što znači smanjenje rizika operativnih procedura, efikasan nadzor, kontrolu odgovarajućem obrazovanju, obuku, zaštitnu opremu a sve u svrhu što bolje zaštite. Naravno to se tiče skladištenja, rukovanja, prijevoza eksplozivnih sredstava što znači da se moraju poštivati svi propisi i standardi. Moderni eksplozivi su sigurni ako su uskladišteni i prevoženi te ako se njima rukuje propisno.

Pravilima organizacije za kontrolu stoga ne bi trebalo koristiti eksplozive nepoznatog porijekla starosti ili kad nisu propisno uskladišteni po propisima i procedurama.

Odličan primjer za skladištenje je NATO savezničko skladištenje i transport eksploziva i vojnog streljiva.

Ako se imalo sumnja u eksplozivni status nekog eksplozivnog sredstva ono se mora tretirati kao aktivno i mora se odmah tražiti savjet EOD stručnjaka.

Dakle za provođenje ovih mjera nužni su odgovarajući uvjeti poput skladišnih objekata, opreme i vozila. Naravno, neophodne su i strategije kao i niz potrebnih smjernica koje treba provoditi a koje su naznačene u prethodnom tekstu ovog rada.

8. PRILOZI

8.1. Popis korištenih kratica

Kratice	Značenje kratice
UbS	ubojita sredstva
ES	eksplozivna sredstva
ET	eksplozivne tvari
EOD	Explosive Ordnance Disposal – uklanjanje eksplozivnih naprava
NATO	North Atlantic Treaty Organisation – organizacija sjevernoatlanskog ugovora
NMČE	neto masa čistog eksploziva
TNT	trinitrotoluen

8.2. Popis tablica

Redni broj	Naziv tablice	Broj stranice
1	Obilježja nadzemnih skladišnih objekata za čuvanje eksplozivnih sredstava	8
2	Osnovne dimenzije skladišnih objekata	9
3	Skupine opasnosti eksplozivnih sredstava	21
4	Odnos spojivog miješanja kod skladištenja i čuvanja eksplozivnih sredstava	26
5	Dodjeljivanje oznake skupine spojivosti eksplozivnim sredstvima	27
6	Značenje simbola požarne skupine	42
7	Sigurnosne udaljenosti za sklanjanje ljudstva na temelju požarnih simbola	45
8	Kemijska eksplozivna sredstva	45

8.3. Popis slika

Redni broj	Naziv slike	Broj stranice
1	Eksplozivna sredstva	2
2	Skladište eksplozivnih sredstava	6
3	Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava	12
4	Mogući načini razmještaja eksplozivnih sredstava u objektima tipa U, PU ili IGLO	13
5	Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste IGLO	13
6	Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste M	14
7	Nadzemni skladišni objekt za smještaj i čuvanje eksplozivnih sredstava vrste S	15
8	Podzemno skladište eksplozivnih sredstava tunelskog tipa s više komora	16
9	Prijenosni spremnik (kontejner) za čuvanje eksplozivnih sredstava	17
10	Čuvanje eksplozivnih sredstava	33
11	Više prijenosnih spremnika (kontejnera) na jednoj lokaciji	35
12	Obrazac PO-SE HCR-a	35
13	Simboli požarnih skupina eksplozivnih sredstava	41
14	Simboli kemijskih opasnosti	45
15	Dopunski simboli kemijske opasnosti	47
16	Sustav gromobranske zaštite s jarbolima	55

9. LITERATURA

- [1] Đ. Todorovski, *Skladištenje, čuvanje i održavanje ubojitih sredstava*, priručnik, MORH, Zagreb, 1998.
- [2] M. Pleše, *Fizika i kemija eksplozivnih tvari*, knjiga, MORH·OS RH·HVU, Zagreb, 2008.
- [3] Đ. Todorovski, Predavanja iz kolegija Osnove sigurnosti i zaštite od eksplozivnih tvari, Veleučilište u Karlovcu, Akademski godina 2014/2015.
- [4] M. Sućeska, *Eksplozije i eksplozivi*, knjiga, Brodarski Institut, I, 2001.
- [5] SSNO, *Municija TSl-I/1, knjiga I, deo I*, Split, I, 1974.
- [6] SSNO, *Municija TSl-I/3, knjiga I, deo II*, Split, I, 1974.
- [7] SSNO, *Minsko-eksplozivna sredstva*, Split, I, 1971.
- [8] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za eksplozivne tvari, NN 146/05.
- [9] Pravilnika o uvjetima i načinu provedbe sigurnosnih mjera kod skladištenja eksplozivnih tvari, NN 26/09
- [10] Zakon o humanitarnom razminiranju, NN 153/05
- [11] SSNO, *Uputstvo za smještaj i rukovanje municijom i minsko-eksplozivnim sredstvima*, TS-V,3, Split, 1970.
- [12] <http://old.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:096:0001:0044:HR:PDF>
– pristupio 030515
- [13] <http://www.zakon.hr/z/434/Zakon-o-eksplozivnim-tvarima>, pristupio 10.05.2015.